

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky

Intelligentní elektroinstalace rodinného domu

Intelligent electrical wiring of family house

2014

Jan Jungwirth

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky

Zadání bakalářské práce

Student:

Jan Jungwirth

Studijní program:

B2648 Projektování elektrických zařízení

Téma:

Inteligentní elektroinstalace rodinného domu
Intelligent electrical wiring of family house

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši systémů inteligentní elektroinstalace, metod, přístupu a řešení.
2. Vyberte vhodné řešení z dostupných systémů, uveďte důvody.
3. Popište jednotlivé oblasti vybraného systému.
4. Vypracujte projekt klasické elektroinstalace.
5. Vypracujte projekt inteligentní elektroinstalace.
6. Porovnejte a zhodnoťte klasickou elektroinstalaci a instalaci řízenou inteligentními prvky.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Průcha, Jan: *Chytré bydlení, Inteligentní dům*, 2012, www.insighthome.eu/inHome.html.
2. Vaňuš, Jan: *Řízení provozu budov*, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2012.
3. Valeš, Miroslav: *Inteligentní dům*, ERA Group spol. s r.o., Brno, 2006.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Mlčák, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2013

Datum odevzdání: 07.05.2014



doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.
vedoucí katedry

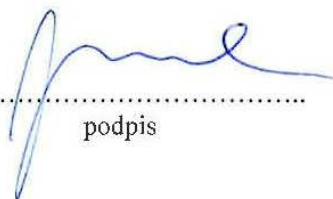


prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne 2. 5. 2014


.....
podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Tomáši Mlčákovi, Ph.D. za odborné vedení při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji všem pedagogům, pracovníkům a zaměstnancům Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava za získání všech odborných znalostí.

Velké poděkování patří rovněž panu Jaroslavu Lukášovi a to hlavně za jeho odborné rady a připomínky.

Také bych rád touto cestou poděkoval své přítelkyni Šárce Házové a rodině za morální i psychickou podporu během studia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je věnována oblasti domovních elektroinstalací. Pojednává převážně o inteligentní (systémové) elektroinstalaci, která je v dnešní době čím dál více využívána jako neodmyslitelná součást moderního řešení rodinných domů.

V úvodu je vypracována rešerše vybraných systémů inteligentních elektroinstalací. Po analýze těchto systémů je vybrán systém Foxtrot od společnosti Teco a.s., který je detailně popsán a výběr zdůvodněn.

V dalších kapitolách následuje vyhotovení kompletní realizační projektové dokumentace na klasickou a vzápětí na systémovou elektroinstalaci.

V závěru jsou porovnávány obě elektroinstalace - jejich výhody a nevýhody. Je provedeno porovnání a celkové zhodnocení.

Klíčová slova

Inteligentní (systémová) elektroinstalace, klasická (konvenční) elektroinstalace, sběrnice, centralizovaný systém, decentralizovaný systém, Foxtrot, funkce inteligentní elektroinstalace

Abstract

This bachelor's thesis is dedicated to the field of the electrical wirings of the family houses. It deals mostly about intelligent (system) electrical wiring that is more and more used as a inseparable part of the modern solution to the family houses in the present time.

The research of the chosen systems of the intelligent electrical wirings is made in the introduction. After the general analysis of that systems there is chosen system called Foxtrot by the company Teco a.s. which is described to the details and I give reasons for my choice.

In the next chapters there is making out of the complete project documentation of the realization for the classic and then for the system electrical wiring.

In closing is the comparison of both electrical wirings – their advantages and disadvantages. Then there is their and total evaluation.

Keywords

Intelligent (system) electrical wiring, classic (conventional) electrical wiring, bus, centralized system, decentralized system, Foxtrot, intelligent electrical wiring functions

Seznam použitých symbolů a zkratk

PLC	-	Programmable logic controller - programovatelný logický automat
SPS	-	Servis a programování strojů
LON	-	Local operating network – druh sběrnice
EIB	-	European installation bus – druh sběrnice
CIB	-	Common installation bus – druh sběrnice
ETS	-	EIB tool software – programovací prostředí
TP	-	Twisted pair – kroucený pár (vodičů)
PL	-	Power line – silové vedení
RF	-	Radio frequency – radiofrekvenční
J-Y(St)-Y	-	Stíněný sdělovací kabel s kroucenými páry vodičů
YCYM	-	Stíněný sběrnicový kabel s kroucenými páry vodičů
DC	-	Direct current - stejnosměrný
IR	-	Infra red – infračervený
LAN	-	Local area network – místní (lokální) síť
WAN	-	Wide area network – rozlehlá síť
LD	-	Ladder diagram – kontaktní/liniové či reléové schéma
FBD	-	Function block diagram – schéma funkčních bloků
ST	-	Structured text – strukturovaný text
IL	-	Instruction list – seznam instrukcí
LCD	-	Liquid crystal display – displej z tekutých krystalů
GSM	-	Groupe spécial mobile – globální systém pro mobilní komunikaci
KSE	-	Stíněný sběrnicový kabel s kroucenými páry vodičů
TCL2	-	Systémová sběrnice např. systému Foxtrot
DMX	-	Protokol pro řízení v osvětlovací technice
DALI	-	Protokol pro řízení v osvětlovací technice
PC	-	Personal computer – osobní počítač
CYKY	-	Měděný silový kabel
SS	-	Smyčkový pojistkový skříň
HDO	-	Hromadné dálkové ovládání
RH	-	Hlavní rozvaděč
RP	-	Podružný rozvaděč
RD	-	Rodinný dům
NP	-	Nadzemní patro
ÚT	-	Ústřední topení
TUV	-	Teplá užitková voda

VZT	-	Vzduchotechnika
STA	-	Společná televizní anténa
TV-R-SAT	-	Televize – Rozhlas - Satelit
UTP	-	Kabel datových rozvodů – kroucená dvojlinka
HUB	-	Ethernetový rozbočovač
DVT	-	Domácí videotelefon
EZS	-	Elektronický zabezpečovací systém
EPS	-	Elektrická požární signalizace
CCTV	-	Closed circuit television – uzavřený kamerový systém
SYKFY	-	Stíněný sdělovací kabel s kroucenými páry vodičů
JYTY	-	Stíněný sdělovací měděný kabel
CYSY	-	Měděný lanovaný kabel
HDD	-	Hard disk drive – pevný disk
DVR	-	Digital video recorder – digitální videozáznamové zařízení
LPS	-	Lightning protection systém – systém ochrany před bleskem
KE	-	Klasická elektroinstalace
IE	-	Inteligentní elektroinstalace
LED	-	Light emitting diode – dioda emitující světlo
IP	-	Internetový protokol
ETHERLINE	-	Stíněný kabel datových rozvodů – kroucená dvojlinka
SELV	-	Safety extra-low voltage – bezpečné malé napětí
PCO	-	Pult centrální ochrany

Obsah

1 Úvod	1
1.1 Úvod do problematiky	1
1.2 Historický vývoj	1
2 Systémy inteligentních elektroinstalací	4
2.1 Struktura inteligentních systémů	4
2.2 Topologie sběrnicevého vedení	5
2.3 Druhy sběrnic	6
2.4 Systémy inteligentních elektroinstalací	10
3 Volba vhodného řešení	14
3.1 Výběr systému a jeho zdůvodnění	14
3.2 Popis systému – Foxtrot	14
4 Projekt klasické elektroinstalace	16
4.1 Technické řešení	17
4.2 Cenová kalkulace	19
5 Projekt inteligentní elektroinstalace	20
5.1 Technické řešení	20
5.2 Cenová kalkulace	26
6 Porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace	27
6.1 Klasická elektroinstalace	27
6.2 Inteligentní elektroinstalace	28
6.3 Porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace	29
7 Závěr	34
7.1 Cíle práce a jejich splnění	34
7.2 Shrnutí výsledků a vlastní přínos práce	35
7.3 Možnost dalšího zaměření práce	35
Seznam obrázků	36
Seznam použité literatury	37
Seznam příloh	38

1 Úvod

1.1 Úvod do problematiky

Na elektroinstalace v budovách jsou poslední dobou kladeny stále vyšší a vyšší požadavky. Především se jedná o zvýšení komfortu, snížení pořizovacích nákladů a nákladů na spotřebované energie a možnost jednoduchých pozdějších úprav. Tyto požadavky mohou plnit různé samostatné systémy zajišťující provoz budovy. Jeden ovládá vytápění, druhý osvětlení, další žaluzie, klimatizaci a podobně. Každý systém pro svůj provoz potřebuje určité senzory a prvky, které to dané zařízení budou spínat či jinak ovládat. Tyto samostatné systémy obvykle nelze spojit tak, aby mohly vzájemně komunikovat, čímž by se dosáhlo maximálních možností daného zařízení.

Tato omezení jdou stranou při použití inteligentní elektroinstalace, kdy jednotlivé prvky systému si mohou předávat informace a vzájemně spolu komunikovat (buď přímo mezi sebou, nebo přes centrální řídicí jednotku). Vzájemnou integrací jednotlivých funkcí je možné dosáhnout výrazného snížení nákladů na energie. Systémové inteligentní elektroinstalace umí nabídnout vysoký komfort ovládání s možností vzdáleného přístupu. Webová rozhraní umožňují vzdálené vizualizace a správu, případně servis celé instalace. Stisknutím jediného tlačítka jsme schopni najednou ovládat osvětlení, topení, světlené zdroje, zásuvky, rolety a další spotřebiče v budově. Pokud má uživatel potřebu změnit funkci daného tlačítka, lze to bez nutnosti jakýchkoliv stavebních úprav změnit pouhým přeprogramováním. Přes nesčetnou řadu výhod má inteligentní elektroinstalace i svou nevýhodu a tou je vyšší cena oproti klasické elektroinstalaci. Proto je před projektováním dobré zamyslet se nad tím, co všechno budeme od instalace vyžadovat. S rostoucím počtem požadavků a nároků na komfort se cenově přibližuje inteligentní elektroinstalace klasické a je pouze na investorovi, zda je ochoten akceptovat tyto finanční náklady.

A tímto se bude zabývat tato má bakalářská práce. V úvodu bude řečeno pár vět o historickém vývoji těchto instalací, následovat bude krátké pojednání o jejich struktuře a topologii. Poté budou představeny 3 základní systémy, které jsou pro inteligentní elektroinstalace používány. Z nich bude vybrán ten nejvhodnější pro investora, pro kterého bude následně vyhotoven jak projekt klasické, tak inteligentní elektroinstalace. Tyto dva projekty se porovnají a budou vyzdvíženy jejich výhody a nevýhody. Hlavním cílem práce bude dokázat výhodnost systémové instalace pro zvolený dům. Závěr práce bude obsahovat celkové zhodnocení práce, úspěšnost dosažení určených cílů a možnosti pro další zaměření práce.

1.2 Historický vývoj

Prvopočátky „inteligentních prvků“ v elektroinstalacích úzce souvisí s rozvojem výpočetní techniky, který navazuje na rostoucí stupeň integrace polovodičových součástek. V mnohých zemích byly zkoumány i způsoby řízení různých funkcí, běžně používaných v budovách. Tak např. již v 60. letech minulého století byl v Japonsku předveden „inteligentní dům“, v němž řízení veškerých funkcí bylo svěřeno samočinnému počítači. Všechny tyto práce však nevedly k širokému nasazení do praxe. Vždyť ceny energií byly oproti současné cenové hladině zcela zanedbatelné a nebyl tedy ani žádný

ekonomický důvod pro šetření provozních nákladů. Kromě toho, sálový počítač umístěný v klimatizované místnosti, byl jistě dražší, než celý zbytek tohoto rodinného domu. Ale tehdy šlo skutečně jen o prověření možností výpočetní techniky.

Energetická krize s prudkým růstem cen ropných produktů z počátku 70. let byla mohutným impulsem pro nastartování řady vývojových programů vedoucích k výraznému snižování energetické náročnosti výroby, ale i spotřeby energií na vytápění budov, na jejich osvětlování apod. Žádný z těchto programů však bohužel nebyl řešen u nás. Pamětníci si patrně ještě vybaví zcela neefektivní snahy centrálních orgánů o úspory energií, jichž mělo být dosaženo např. odstraněním neonových reklam, případně občasným vypínáním „zbytečně“ svítícího veřejného osvětlení – tedy šetřením na nepravých místech. Jejich nejdůležitějším kritériem byla totiž vnější viditelnost úsilí o dosažení úspor. Přesto se nadále rozvíjela výstavba neustále rostoucího počtu bytů i jiných objektů energeticky výrazně ztrátových. Neúměrně tak narůstaly nároky na produkci energie. Snahy vedoucích státních činitelů o dosažení úspor musely zákonitě vyznít naprázdno, neboť pro dosažení skutečných úspor je nutné nejdříve správně investovat. Kromě toho, úspory nesmí jít na vrub snížení kvality poskytovaných služeb, komfortu apod. V první řadě je nutné měřit spotřebu, vyhodnocovat ji a na základě zpracování zjištěných údajů učinit příslušná úsporná opatření. Touto cestou se tehdy vydaly mnohé firmy ve vyspělých průmyslových zemích, často za výrazné podpory státu. Prvních výsledků bylo proto dosaženo poměrně rychle.

Takže i u nás, již v polovině sedmdesátých let, na mezinárodní konferenci Vytápění, větrání a klimatizace v Praze, mohly být prezentovány dosažené výsledky německých výrobců, a to nejen v oblasti kvalitnějších otopných systémů, ale i v nově koncipovaných elektrických instalacích. Rozvoj výpočetní techniky tehdy umožnil nasazení centrálního řídicího počítače (z první generace osobních počítačů) pro programové řízení provozu, především vytápění. S centrálním počítačem byly propojeny snímače teploty z jednotlivých místností i obvody pro regulaci příkonu topných těles v těchto prostorách (elektrotepelné ventily apod.). Vysoké investiční náklady nedovolovaly obecné nasazení nového systému do běžné praxe. Nejčastěji byly tedy instalovány v objektech, jejichž provozní náklady byly kryty ze státního rozpočtu a v nichž bylo možné snadno dosáhnout vysokých energetických úspor, zpravidla v budovách školských, zdravotnických či státní správy. Právě v nich bylo možné celkem jednoduše stanovit harmonogram provozu jednotlivých místností v průběhu dne, týdne i celého roku a naprogramovat vytápění na obvyklou provozní teplotu jen v době jejich skutečného využívání, v ostatní době pak jen na pohotovostní teplotu. Praxe ukázala, že spotřeba energie pro vytápění zde klesla v každém případě nejméně o 30%. Prokázala se tak možnost dosažení skutečně významných úspor energie při nezměněném či dokonce vyšším komfortu, ovšem za předpokladu výrazně vyšší technické vybavenosti elektrických instalací. Projevíly se však také nevýhody centrálně řízeného systému – jeho snadná zranitelnost a vysoká potřeba propojovacích vedení. Bylo totiž nutné vést samostatná vedení ke každému snímači, ke každému akčnímu členu. Kromě toho, určité typy poruch, především poruchy centrální jednotky, mohly způsobit nefunkčnost celé soustavy.

Obdobné systémy s centrálními řídicími jednotkami, zpočátku realizované osobními počítači, později programovatelnými automaty, byly zkonstruovány pro řízení i dalších funkcí obvyklých v budovách. Byly to jednotky pro řízení osvětlení, žaluzií, klimatizace atd.

Další rozvoj mikroelektronických prvků dovolil začlenit mikroprocesorové jednotky do jednotlivých snímačů a řídicích obvodů výkonových spínacích prvků, takže již bylo dosažitelné

výrazné zjednodušení silové elektrické instalace a tedy snížení spotřeby vodičů tím, že přístroje mohly komunikovat po instalační sběrnici.

Vybavení jednotlivých účastníků programovatelnými mikroelektronickými obvody přispělo k výraznému zjednodušení silových elektrických instalací. To bylo umožněno adresnou komunikací jednotlivých přístrojů vzájemně mezi sebou. Aby nedocházelo ke konfliktním situacím, v nichž by svoje zprávy současně vysílalo více účastníků, bylo nutné zajistit postupné předávání zpráv. To zabezpečila centrální řídicí jednotka, přes kterou musí probíhat veškeré informace a která také určuje, kdy a který účastník bude vysílat měřené hodnoty či přijímat příkazy.

Potřeba řízení provozu různých funkcí i s možností zpětných hlášení, vizualizace, protokolování událostí, potřeba systému, který by bylo možné používat v malých i velkých objektech a který by připouštěl stavebnicový, postupný způsob jeho výstavby, vedla k intenzivním pracím na systémově odlišné soustavě. Bylo nutné zcela změnit způsob komunikace mezi jednotlivými účastníky (snímači, akčními členy a dalšími prvky systémové instalace). Zásadním krokem zde bylo opuštění koncepce s centrální řídicí jednotkou. Znamenalo to vybavit každý prvek na sběrnici, který má komunikovat s dalšími prvky na téže sběrnici, malou řídicí jednotkou, schopnou řídit k němu přiřazené snímací elementy nebo silová ovládací zařízení a současně si vyměňovat potřebné informace s dalšími prvky. K tomu bylo nutné vypracovat také software, jehož pomocí se programovaly nejen parametry jednotlivých přístrojů, ale i vzájemná komunikace.

Jednotlivé firmy tak začaly postupně nabízet plně decentralizované systémy. Vzhledem k tomu, že výrobci svoje přístroje vybavovali zpočátku vlastním softwarem, logickým důsledkem byla praktická nemožnost vzájemné komunikace prvků různých výrobců. Chceme-li tedy vytvořit skutečně všestranný a dokonalý systém řízení všech funkcí v budovách, musí být vytvořen univerzální systém, pro který mohou dodávat svoje přístroje různí výrobci. Logickým důsledkem je nezbytná určitá dělba práce i mezi vzájemně si konkurující podniky, které si vyměňují určitou část svých výrobních programů, aby byla zajištěna maximální efektivita výroby.

V současné době se hovoří o čtvrtém stupni rozvoje sběrniceových systémů. Budova s tímto systémem zaznamenává aktivity v domě a používá nashromážděné údaje pro samočinné ovládání technologií podle předvídatelných potřeb uživatelů. Příkladem může být ovládání světel a topení podle obvyklého způsobu používání. Na tomto stupni je zajímavé, že by se ušetřily náklady na programování a nastavování řídicího systému inteligentního domu, které jsou na nižších stupních nezbytné pro přizpůsobení konkrétnímu domu a zvyklostem obyvatel.

2 Systémy inteligentních elektroinstalací

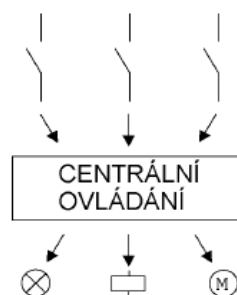
V této kapitole bude hlavním cílem seznámit se se strukturou a topologií nabízených systémů, budou zde popsány sběrnice, které jsou těmito systémy využívány a nakonec i tři konkrétní systémy.

2.1 Struktura inteligentních systémů

Struktura systému udává, zda budou systémové prvky směřovány k centrální řídicí jednotce (Master) nebo má každý prvek integrovanou malou řídicí jednotku v sobě. Na základě toho se rozlišují systémy centralizované, decentralizované a hybridní. Popis těchto systémů je již nastíněn v úvodní části této práce, avšak zde jej ještě doplníme o další důležitá fakta.

2.1.1 Centralizovaný systém

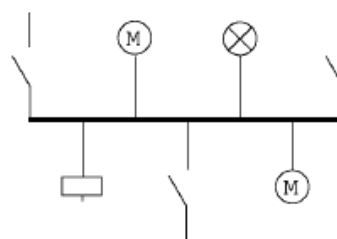
U centralizovaného systému (ovládání elektrických spotřebičů) jsou vstupy (spínače, tlačítkové spínače, senzory atd.) a výstupy (svítidla, spotřebiče atd.) propojeny s centrálním řízením hvězdicově. To znamená, že každý účastník (senzor, případně spotřebič) má vlastní spojení s centrálním řízením. Účastníci mohou vzájemně komunikovat jen prostřednictvím této centrály. Toto uspořádání je obvyklé například u programovatelných automatů PLC/SPS firem Honeywell, Allan-Bradley nebo mikrosystému Logo firmy Siemens. Dále např. firma ELKO EP a jejich iNELS je představitelem centralizovaného systému na bázi PLC.



Obr. 2-1 Centralizovaný systém

2.1.2 Decentralizovaný systém

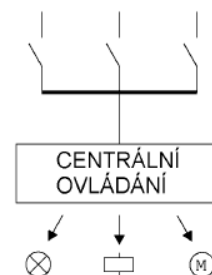
O decentralizovaném systému mluvíme, má-li každý účastník (senzory i aktory) vlastní "inteligenci" (mikroprocesor s pamětí). Každý účastník je přímo připojen na sběrníkové vedení a komunikuje přímo s cílovým prvkem (např. zapnutí osvětlení). Mluvíme o decentralizované inteligenci, kdy neexistuje žádné centrální řízení a je zaručeno větší spolehlivosti provozu. Příkladem může být sběrníkové vedení LON, EIB, EIB/KNX apod.



Obr. 2-2 Decentralizovaný systém

2.1.3 Hybridní (částečně decentralizovaný) systém

V hybridním systému jsou vstupy (senzory) zapojeny na sběrnici, zatímco výstupy jsou hvězdicově připojeny na řídicí jednotku (např. Foxtrot či Nikobus).



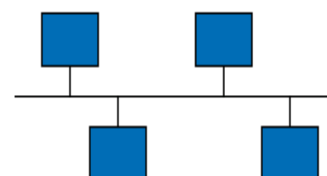
Obr. 2-3 Hybridní systém

2.2 Topologie sběrnicevého vedení

Pod pojmem sběrnicevé vedení si můžeme představit přenosové médium, ke kterému jsou připojena různá elektrická zařízení nebo přístroje, tzv. účastníci. Účastníci sběrnice se označují jako aktory nebo senzory. Aktory a senzory si po sběrnici vyměňují informace (data) – buď pouze mezi sebou, nebo za pomoci centrální řídicí jednotky. Mezi senzory můžeme zařadit např. snímače teploty, tlaku, větru, ovladače. Jsou napájeny ze sběrnice a informace posílají taktéž po sběrnici. Mezi aktory patří různé elektrické spotřebiče, motory čerpadel, osvětlení a jsou součástí silových rozvodů.

2.2.1 Lineární struktura

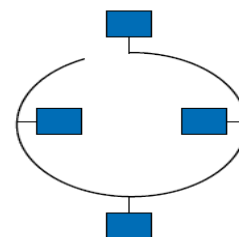
Lineární struktura je tvořena prvky, které jsou v linii, za sebou, připojeny na instalační sběrnici. Informace (zpráva) od jakéhokoliv prvku se šíří celou sběrnici a je doručena přímo cílovému prvku, kterému byla adresována. Výhodou jsou nižší náklady na kabeláž a naopak nevýhodou je přerušení komunikace s více prvky při přerušení sběrnice.



Obr. 2-4 Lineární struktura

2.2.2 Kruhová struktura

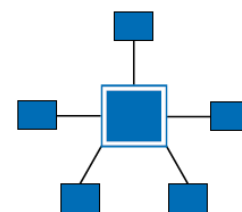
Kruhová struktura je tvořena účastníky, kteří jsou propojeni postupně sběrnici jeden za druhým do kruhu, ale za podmínky, že kruh není uzavřen.



Obr. 2-5 Kruhová struktura

2.2.3 Hvězdicová struktura

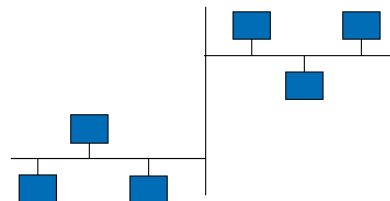
Strukturu hvězdicová lze charakterizovat samostatným propojením jednotlivých systémových prvků přímo k centrální řídicí jednotce. Informace (zpráva) z hlavní jednotky jde vždy pouze k určenému systémovému prvku. Výhodou je vyšší spolehlivost a větší maximální délka kabelů. Naopak nevýhodou je větší spotřeba kabeláže.



Obr. 2-6 Hvězdicová struktura

2.2.4 Stromová struktura

Tato struktura připomíná svým propojením strom. Jejím základem je hvězdicová struktura slučující v sobě několik liniových struktur, které jsou složeny z určitých funkčních systémových skupin prvků.



Obr. 2-7 Stromová struktura

2.3 Druhy sběrnic

V následujícím článku jsou popsány základní technické parametry nejrozšířenějších komunikačních sběrnic. Detailněji budou popsány následující sběrnice: EIB, EIB/KNX, Nikobus, M-bus, CIB a LON. Vzhledem k tomu, že v následujícím textu bude velice často používán pojem komunikační sběrnice, uvedeme na začátek definici tohoto pojmu.

Sběrnice (anglicky: „bus“) je skupina signálových vodičů, kterou lze rozdělit na skupiny řídicích, adresových a datových vodičů v případě paralelní sběrnice nebo sdílení dat a řízení na společném vodiči (nebo vodičích) u sériových sběrnic. Sběrnice má za účel zajistit přenos dat a řídicích povelů mezi dvěma a více elektronickými zařízeními. Přenos dat na sběrnici se řídí stanoveným protokolem.

2.3.1 Sběrnice EIB

Evropská instalační sběrnice EIB (European Installation Bus) vznikla z elektroinstalační sběrnice Instabus firmy Siemens. Sběrnice EIB má decentralizovanou strukturu s liniovou, kruhovou nebo stromovou topologií. Maximální délka jedné větve/linky je 1000 m a může k ní být připojeno maximálně 64 zařízení. Informace po sběrnici jsou předávány v tzv. telegramech (zprávách). Pomocí liniových spojek lze k pátevní síti připojit až 12 větví. Liniové spojky pak zajišťují, aby telegram putoval jen do té větve, pro kterou je určen. Důležitým signálům může být přidělena vyšší priorita a tyto jsou pak upřednostňovány (rychlejší postup celou sítí, kratší odezva). Systém EIB je otevřený pro všechny další obory, avšak primárně je určen pro elektroinstalaci. Pomocí signálových vodičů jsou jednotlivá zařízení propojena a také napájena.

Programování jednotlivých účastníků a celého systému EIB se provádí počítačem pomocí programu ETS (EIB Tool Software). Jako základní přenosové médium je použito krouceného páru vodičů (označováno jako EIB-TP). Dále může být použito síťové vedení (EIB-PL-Power Line) nebo přenos signálů rádiiem (EIB-RF-Radio Frequency). Výhodou sběrnice je ta, že mohou být bez problému propojovány zařízení různých výrobců.

Pro komunikaci i napájení zařízení sběrnice postačuje jeden pár vodičů, přesto je normou ČSN EN 50090-2-2 předepsáno používání kabelu se dvěma kroucenými páry vodičů. Druhý pár je určen jako rezerva pro případ poškození některého z vodičů sběrnice. Může být použit i jako připojovací vedení pro některý z pomocných prvků, který má být připojen např. ke vstupním svorkám některého z binárních vstupů. Někdy je také třeba zajistit pomocné napájení z přídatného zdroje

nízkého napětí a pro tento účel je možné právě tohoto druhého páru vodičů sběrnice. Průměry měděných jader vodičů sběrnice kabelu byly stanoveny na 0,8mm. Vyhovujícími kabely jsou např. J-Y(St)-Y 2x2x0,8 nebo YCYM 2x2x0,8.

Pro napájení se používá zdroj bezpečného malého napětí 29V DC. Definovaná komunikační rychlost po TP (twisted pair) je 9,6kbit/s a pomocí PL (power line) je 1200kbit/s.

Jednoduchost zařízení využívající sběrnici EIB zaručuje především bezproblémovou instalaci a uvedení do provozu. V procesu nastavování parametrů systému se zadáním příslušných adres určí, který snímač má dané akční členy ovládat. Přiřazení snímačů lze jednoduchým přeprogramováním kdykoliv změnit a tedy je možné elektroinstalaci přizpůsobit změnám dispozic bez jakéhokoliv fyzického zásahu do elektrické instalace. Z hlediska uplatnění je tato sběrnice nejvíce využívána v užitkových budovách (větší průmyslové a bytové výstavby).

2.3.2 *Sběrnice EIB/KNX*

Jako základ pro mezinárodní standard KNX byla zvolena sběrnice EIB pro její technický charakter i úspěch na trhu (bylo již realizováno přes sedmdesát tisíc projektů). Hovořily pro ni v zásadě tři výhody EIB: kompatibilita výrobků různých firem, jasná certifikace a jednotné uvádění do provozu (EIB-Tools).

Veškeré výrobky a zařízení určené pro sběrnici EIB vyhovují automaticky standardu KNX (a často bývají současně označovány oběma ochrannými známkami EIB a KNX). Standard KNX má oproti EIB mnohem větší objem funkcí, odpovídající požadovanému cíli (spojení nejrůznějších přístrojů). Možnost využití dalších přenosových médií, integrace různých zařízení (pro vytápění, větrání, klimatizaci a dále domácích spotřebičů), jakož i nové druhy uváděné do provozu (odpovídající rozšířenému spektru použití) umožňují propojení automatizace budov s automatizací domácností do skutečného "inteligentního" domu. Vytvořením standardu KNX se dostalo evropské sběrnici EIB mezinárodního zhodnocení.

K výhodám sběrnice EIB/KNX patří jednoduchá instalace, snížení množství kabelového vedení a tím pádem snížení požárního rizika, jednodušší a méně nákladnější změny či rozšíření (pouze změna softwaru), schopnost vzájemné komunikace jednotlivých členů sběrnice, decentralizovanost (při výpadku jednoho zařízení celek bez problémů funguje dál) a úspora energie a nákladů.

2.3.3 *Sběrnice Nikobus*

Sběrnice Nikobus je vyvinuta s hlavním cílem využití v domech a bytech a je i na patřičné funkce omezena. Pro přenos se používá buď opět stíněná kroucená dvojlinka min. průměru 0,8mm (např. J-Y(St)-Y 2x2x0,8 nebo YCYM 2x2x0,8) nebo je možnost bezdrátový přenos informací pomocí RF či IR. Maximální délka sběrnice je 1000m. K sběrnici je možné připojit cca 20-25 řídicích jednotek (spínacích, roletových či stmívacích) centralizovaně či decentralizovaně a ke každé jednotce až 256 senzorů (např. tlačítek). Topologie sítě je hvězdicová, případně stromová. Pro napájení jednotek se využívá zdroj bezpečného malého napětí 9V DC.

Programování systému je jednoduché a nevyžaduje připojení PC či dalších programovacích nástrojů. Běžně postačuje obyčejný šroubovák. Pokud použijeme komunikační jednotku PC-Link a připojíme ji na sběrnice vedení, systém tak bude možné propojit s PC a jednodušeji jej

parametrizovat. Přenos informací probíhá pouze pomocí povelů ZAP a VYP a nejsou tak zasílány žádné složité datové zprávy.

2.3.4 *Sběrnice M-bus*

Sběrnice M-Bus (z anglického Meter-Bus) je určena pro aplikace sběru dat z měřičů odběru nejrozličnějších médií (například pitné a užitkové vody, plynu, tepla, elektrické energie). Sběrnice musí zajistit propojení relativně velkého počtu zařízení (řádově několika set) na vzdálenost až několika kilometrů. Přenos dat musí být kvalitně zabezpečen proti chybám. Na druhé straně typickou vlastností aplikace je nepříliš časté odečítání naměřených hodnot s nízkými nároky na odezvy v reálném čase a nízkými požadavky měřičů na výpočetní výkon procesoru.

Data na sběrnici M-bus jsou přenášena podobně jako při komunikaci Master-Slave. To znamená, že na sběrnici je vždy jedna řídicí jednotka (Master), která posílá a přijímá data od jednotlivých účastnických stanic (SLAVE). Přenos dat (bitů) mezi řídicí jednotkou a účastnickou stanicí odpovídá hodnotám log. 0 a log. 1, přičemž tyto logické úrovně jsou odlišeny hodnotami napětí a proudu. Maximální počet stanic, které mohou komunikovat na sběrnici je 250. Přenosová rychlost je úzce svázána s délkou kabelového segmentu a může se pohybovat v rozsahu 300 - 9600 Bd. Maximální délka kabelového segmentu nesmí překročit 1000 m (350 m pro 9600 Bd). Pro rozsáhlejší systémy je nezbytné přejít ke složitějším konfiguracím, kdy je celý systém rozdělen na tzv. zóny. Jednotlivé zóny se skládají ze segmentů připojených prostřednictvím vzdálených opakovačů a jsou řízeny tzv. řadiči zóny.

V praxi se tato sběrnice výlučně používá pro sběr dat z měřičů odběru médií. Nejčastěji se lze setkat s měřiči spotřeby tepla, průtočného množství, odběru plynu, apod. Zařízení jsou propojena k řídicí jednotce a prostřednictvím koncentrátoru jsou data ukládána do počítače, kde mohou být dále zpracovávána. Komunikace mezi koncentrátorem a počítačem se uskutečňuje prostřednictvím sériové linky RS-232. Některé koncentrátory obsahují i optické rozhraní a je možné data vyčítat pomocí optické čtečky.

2.3.5 *Sběrnice CIB*

Sběrnice CIB se vyznačuje snadnou instalací. Práce elektroinstalatéra při propojování jednotek akčních členů a senzorů je omezena na zavedení dvou vodičového kabelu, pouze s nutností dodržet polaritu vodičů. Z hlediska topologie si sběrnice poradí s libovolným větvením, jen zapojení do kruhu je nutné vyloučit. Současně se minimalizuje počet vodičů nutných pro napájení, protože napájecí napětí a data jsou vedena společně po dvou vodičích. Tím odpadá starost s řešením samostatného vedení napětí pro napájení jednotek na sběrnici CIB.

Sběrnice CIB má velký dosah a je snadno rozšiřitelná. Systém založený na sběrnici CIB je modulární a konfigurovatelný. Komunikace probíhá v modelu master-slave. Na jednu větev může být připojeno až 32 jednotek, a je-li třeba více větví, než má příslušná centrální jednotka rozhraní CIB, lze systém rozšiřovat pomocí externích modulů master obsahujících dvě větve CIB. To umožňuje nejen rozšířit počet připojených akčních členů a senzorů, ale i významně zvětšit rozlehlost systému, protože modul master lze umístit až do vzdálenosti 300 m od řídicí jednotky při připojení metalickým kabelem nebo až 1,7 km při připojení optickým kabelem, a to bez snížení rychlosti odezvy.

Komunikační systém je odolný proti výpadkům a poruchám napájení. Ačkoliv sběrnice má nominální napájecí napětí 24 V DC, doporučuje se použít napětí 27 V DC. Díky tomu je možné trvalé dobíjení připojených akumulátorů 2×12 V, které potom při výpadku sítě zajistí trvalý chod centrální jednotky včetně všech jednotek na sběrnici CIB. Samozřejmě nebudou fungovat spotřebiče napájené ze sítě 230 V, ale systém je i nadále schopen vykonávat zabezpečovací a komunikační funkce.

Odezva systému je do 150 ms i při plném zatížení, tj. osazení maximálního počtu jednotek na všech připojených větvích sběrnice CIB. Tato hodnota je hluboko pod 300 ms, tedy pod hodnotou, kterou člověk ještě vnímá jako okamžitou reakci. Pro regulaci tepelných procesů je to rychlost zbytečná, ale umožňuje systém bez problému využít i v osvětlovacích soustavách. Garantované rychlosti odezvy sběrnice je dosaženo přenosovou rychlostí 19,2 kb/s a optimalizovaným přenosovým protokolem.

Aby byly minimalizovány činnosti spojené se správnou adresací jednotek, má každá jednotka svoji vlastní unikátní šestnáctibitovou adresu, vyjádřenou jako čtyři hexadecimální číslice uvedené na krytu každé jednotky. Zároveň je tuto adresu možné přechít v centrální jednotce elektronicky. Programátor automaticky načte elektronické adresy všech připojených jednotek a vygeneruje z nich tabulku, kterou vyplní elektromontér při jediné obchůzce již nainstalovaných jednotek. Programátor se pak již odkazuje na jednotky pouze pod jejich názvy podle projektu.

Systém má všechny větve sběrnice pod neustálou kontrolou, takže je informován o tom, že některá jednotka přestala komunikovat. S touto informací může dále nakládat – vyhlásit alarm apod.

Občas a z nejrůznějších důvodů je třeba aktualizovat firmware jednotek v síti CIB. To, že tato aktualizace je po určité době nevyhnutelná, v současnosti dobře vědí nejen odborníci, ale i laici používající elektronické fotoaparáty, mobilní telefony apod. Sběrnice CIB je vybavena komunikační funkcí, která aktualizaci umožňuje, a tak pro ni není třeba jednotku demontovat, stačí pouze v parametrizačním programu IDM zmáčknout příslušné tlačítko.

Programování probíhá v prostředí Mosaic, kde jsou v současné době k dispozici čtyři programovací jazyky, dva grafické – LD (kontaktní schéma) a FBD (funkční bloky), a dva textové – ST (strukturovaný text) a IL (seznam instrukcí).

2.3.6 Sběrnice LON

Standard LON (Local Operating Network) byl vyvinut počátkem 90. let americkou firmou Echelon jako univerzální a levné komunikační spojení pro všechna možná technická použití na nejnižší automatizační úrovni. Cílem byla výroba čipu s názvem Neuron, obsahujícího všechny potřebné funkce. Použitý protokol se nazývá LonTalk a celá technika se označuje souborně jako LonWorks. Topologie je odvozena z počítačových sítí.

Sběrnice LON je otevřený decentralizovaný sběrniceový systém využívající sériového přenosu dat (zpráv). Sestává z uzlů (řídící systémy, regulátory), které si mezi sebou vyměňují informace. Každý regulátor obsahuje univerzální čip, obsahující neuronový čip a připojení na sběrnici. Neuronový čip obsahuje tři osmibitové procesory, paměti, časovací jednotku, vstupní/výstupní část a komunikační sběrnici.

Digitální signál sběrnice LON je přenášen sériově ve tvaru zpráv (telegramů) na různých přenosových médiích: kroucené páry vodičů, elektrorozvodná síť, vysokofrekvenční rádiové vlny, infračervené spojení, koaxiální kabel a skleněná vlákna. Přenosová rychlost se pohybuje mezi 600 b/s až 1,25 Mb/s

podle použitého média a délky spojení. U kroucených párů vodičů se na vzdálenost 2 700 m dosahuje rychlosti 10 kb/s, zatímco na vzdálenost 1500 m až 78 kb/s a na 130 m až 1 250 kb/s.

V systému LON použitý protokol LonTalk je částí firemního programu (firmware) a je dnes již otevřený, takže jej lze implementovat i mikroprocesory nezávislými na čipu Neuron.

V praxi se sběrnice LON s výhodou využívá v aplikacích, kde je kladen nárok na délku sběrnice a nikoliv na rychlost přenosu dat. Základní využití sběrnice je hlavně při propojování různých systémů (vytápění, CCTV, přístupové systémy, řízení spotřeby energií, apod.). Pro připojení sběrnice LON do PC je nutné využít vhodného adaptéru. Adaptérem jsou data transformována ze sběrnice do příslušného vizualizačního systému, který umožňuje data zobrazit.

2.4 Systémy inteligentních elektroinstalací

V dnešní době je na trhu řada propracovaných systémů, které jsou většinou uživatelsky velmi podobné. Liší se především počtem využitelných prvků a jejich propojením. V této kapitole budou tyto systémy podrobně popsány. Jelikož rodinný dům, pro který bude inteligentní systém navrhován, bude fyzicky stát ve městě Trutnov, v Královéhradeckém kraji, pak tedy byly vybrány 3 nejrozšířenější systémy z této lokality. Jednotlivé systémy zde budou charakterizovány pomocí několika oblastí – sběrnice, hardwaru, softwaru, podpory a ceny.

Sběrnice – definuje jaký typ sběrnice se používá, použitelné kabely, přenosovou rychlost, jaká je maximální délka větví sběrnice a kolik prvků je možné na větev sběrnice připojit.

Hardware – tvoří nejobsáhlejší kategorii popisu inteligentních systémů a budou v ní popsány základní moduly (regulace osvětlení, topení, spínání spotřebičů, analogové moduly a připojitelné snímače...), ovládací prvky (tlačítka, žaluziové spínače, stmívače, LCD ovládací panely, IR ovladače...) a komunikační moduly (dálková komunikace přes wifi, gsm...).

Software – mozkiem každého inteligentního systému je konfigurační software. V něm je možné definovat proměnné, nastavit propojitelnost a funkční svázanost mezi různými systémovými prvky, časovou závislost atd. Dále jsou zde popsány možnosti vizualizačního softwaru a podpora pro operační systémy Android či iPhone. V neposlední řadě je zde zmíněna cena za nabízený software.

Podpora – popisuje možnosti nabízených školení.

Cena - je porovnávána vzorová hardwarová sestava, díky které je možné ovládat 8 spínaných okruhů osvětlení, 8 stmívaných okruhů osvětlení, 5 topných zón a 8 žaluzií. Cena zahrnuje hardware, snímače, potřebná ovládací tlačítka.

2.4.1 Systém Ego-n společnosti ABB

a) Sběrnice

Typ sběrnice: Uzavřená – primární - vstupy, výstupy, řídící a napájecí modul

- sekundární – řídící členy primárních sběrnic (moduly GSM, RF...)

Počet vodičů: 4

Typ kabelu: KSE224 (2x2x0,8)

Přenosová rychlost: 30Kbit/s

Max. délka sběrnice základní (primární): 700m

Max. délka sběrnice rozšířené (sekundární): 2000m

Max. počet modulů na sběrnici základní (primární): 64ks

Max. počet modulů na sběrnici rozšířené (sekundární): 512ks (8x prvky primární sběrnice)

Integrace s ostatními inteligentními systémy: NE

Základní struktura systému Ego-n viz Příloha č. 1 – Obr. P1-1

b) Hardware

Základní moduly – systém obsahuje základní potřebné moduly pro spínání či stmívání běžných svítidel, spínání spotřebičů a zásuvkových okruhů, ovládání žaluzií, vytápění a klimatizace. Jsou podporovány moduly pro GSM komunikaci i RF vysílání.

Ovládací prvky – touchscreen (LCD panel) a multimedia je nutno připojit externě. Intercom podporován není. Tlačítkové ovladače jsou používány pouze vlastního designu – Time, Element atd.

Komunikační moduly – systém je možné ovládat z PC, přes síť LAN, WAN, wifi i přes rozhraní RS232. Ke komunikačnímu modulu GSM lze připojit až 16 uživatelů a k celému systému nechybí ani možnost připojení externího certifikovaného EZS.

c) Software

Systém nabízí vlastní software Ego-n Asistent s uživatelským rozhraním, který nabízí nespočet funkcí – synchronizace času, časování a periodické akce, možnost tvorby až 240 podmínek pro jednu akci, možnost rozlišení krátkého a dlouhého stisku, ovládání výstupu jiným výstupem, indikace těchto výstupů atd. Software je zdarma a jeho součástí je i přehledná vizualizaci. Podpora nechybí ani pro mobilní telefony s operačním systémem Android či pro iPhone.

d) Podpora

Společnost ABB běžně nabízí jednodenní školení systému Ego-n. Školení pobíhá cca 2x měsíčně v Ostravě, Ústí nad Labem, Hradci Králové a Jablonci nad Nisou.

e) Cena

Cena za vzorovou instalaci byla vypočítána na 114 572,-Kč

2.4.2 Systém iNELS společnosti ELKO EP

a) Sběrnice

Typ sběrnice: CIB – 2 přes centrální master + 4 další přes externí mastery

Počet vodičů: 2

Typ kabelu: J-Y(St)-Y 1x2x0,8

Přenosová rychlost: 19,2kBit/s, odezva 150ms

Max. délka sběrnice základní: 550m

Max. délka sběrnice rozšířené: 3300m

Max. počet modulů na sběrnici základní: 32

Max. počet modulů na sběrnici rozšířené: 320

Struktura systému iNELS – viz Příloha č. 1 – Obr. P1-2

b) Hardware

Základní moduly – systém obsahuje všechny základní potřebné moduly pro spínání či stmívání běžných svítidel, spínání spotřebičů a zásuvkových okruhů, ovládání žaluzií, vytápění atd.

Ovládací prvky – systém iNELS nabízí vlastní multimediální systém včetně vlastních touchscreenů, připojení externích je samozřejmostí. Intercom podporován není. Pro ovládání pomocí tlačítkových ovladačů jsou nabízeny ovladače Logus90.

Komunikační moduly – systém je možné ovládat z PC, přes síť LAN, WAN, hifi, přes rozhraní RS232, RS485, MOD Bus, LON Works, KNX atd. Ke komunikačnímu modulu GSM lze připojit 32 uživatelů, k systému externí videotelefon i certifikovaný EZS.

c) Software

Systém nabízí vlastní software iNELS Bus System s uživatelským rozhraním a nespočtem funkcí – synchronizace času, časování a periodické akce, možnost rozlišení krátkého a dlouhého stisku, ovládání výstupu jiným výstupem, indikace těchto výstupů atd. Oproti systému Ego-n je možné vytváření proměnných a jejich vkládání do podmínek k různým akcím. Software je taktéž zdarma. Součástí je také propracovaný vizualizační software Scada Reliance. Nabízena je také podpora pro mobilní telefony s operačním systémem Android či pro iPhone. Tento software je však již placený.

d) Podpora

Jednodenní školení a odborné semináře probíhají každý týden. Je možné je navštívit např. v Praze, Holešově, Ostravě, Teplicích či Hradci Králové.

e) Cena

Cena za vzorový návrh části inteligentní instalace byla vypočítána na 68 250Kč.

2.4.3 Systém Foxtrot společnosti Teco

a) Sběrnice

Typ sběrnice: CIB – 2 přes master modul + 4 přes externí master moduly

TCL2 – pouze pro externí master moduly a moduly s rozhraním Opentherm či protokolem MP-bus

Počet vodičů: 2

Typ kabelu: J-Y(St)-Y 2x2x0,8

Přenosová rychlost: 19,2kBit/s

Max. délka sběrnice základní: CIB 500m, TCL2 300m

Max. délka sběrnice rozšířené: CIB 3000m, TCL2 2500m

Max. počet modulů na sběrnici základní: CIB 32, TCL2 20

Max. počet modulů na sběrnici rozšířené: CIB 320, TCL2 20

Struktura systému Foxtrot viz Příloha č. 1 – Obr. P1-3

b) Hardware

Základní moduly – systém obsahuje všechny základní potřebné moduly pro spínání či stmívání běžných svítidel, spínání spotřebičů, ovládání žaluzií, topení apod. Oproti ostatním zmíněným systémům umožňuje ovládání zařízení DMX a také podporuje RF i IR vysílání.

Ovládací prvky – vlastní multimediální systém není nabízen, je však možnost propojení s externím systémem Control4. Nabízeny jsou jak vlastní detektory pohybu, tak i všelijaké ostatní senzory teploty, vlhkosti, zaplavení, díky kterým je možné ovládání osvětlení, topení, hlavních uzávěrů vody atd. Pro ovládání tlačítkovými ovladači je možné použít jakýkoliv nabízený design.

Komunikační moduly – systém je možné ovládat z PC, přes síť LAN, WAN, wifi, přes rozhraní RS232, RS485, M-bus, Dali atd. Ke komunikačnímu modulu GSM lze připojit 32 uživatelů, k systému externí videotelefon, certifikovaný EZS, rekuperační jednotky, plynové kotle a další.

c) Software

Systém nabízí vlastní software Mosaic s uživatelským rozhraním a nespočtem funkcí – synchronizace času, časování a periodické akce, možnost rozlišení krátkého a dlouhého stisku, ovládání výstupu jiným výstupem, indikace těchto výstupů, vytváření proměnných a jejich vkládání do podmínek atd. Software je placený. Součástí je také propracovaný vizualizační software Scada Reliance a je nabízena podpora pro mobilní telefony s operačním systémem Android či pro iPhone. Tento software je také placený.

d) Podpora

Společnost Teco, a.s. nabízí dvoudenní školení pro zájemce o projektování systému Foxtrot a třídní školení programování v prostředí Mosaic. Školení probíhají cca 1x měsíčně.

e) Cena

Cena za zvolenou instalaci byla vypočítána na 105 000Kč.

3 Volba vhodného řešení

V této kapitole bude vybráno vhodné řešení, respektive vhodný systém inteligentní elektroinstalace, který pak bude možné aplikovat přímo na konkrétní rodinný dům. Nejprve bude zdůvodněn výběr daného systému a následovat bude jeho charakteristický popis.

3.1 Výběr systému a jeho zdůvodnění

Základním požadavkem pro výběr systému řízení inteligentní elektroinstalace byla jednoduchost a snadná ovladatelnost. Dalším důležitým faktorem bylo co možná největší spektrum nabízených komponentů, případně otevřený systém, který je možné kombinovat s ostatními systémy. Neméně důležitým mým požadavkem je cenová relace, ve které je inteligentní řídicí systém k dostání. Pro výběr systému bylo také podstatné, aby společnost nabízející inteligentní systém měla ověřené zkušenosti, určitou delší působnost na trhu a nabízela firemní podporu pro zájemce o vzdělávání v systému.

Jak již bylo v minulých kapitolách zmíněno, inteligentních systémů nabízených na našem trhu je od různých výrobců a světových společností opravdu hodně. Okruh těchto systémů jsem zredukoval na 3, v Královéhradeckém kraji v současné době nejvíce používané a to systém Ego-n od společnosti ABB, iNELS od společnosti ELKO EP a Foxtrot od společnosti Teco.

Na základě popisu z kapitoly 2.4 *Systémy inteligentních elektroinstalací*, lze tyto systémy jednoduše porovnat a vybrat tak nejlepší možné řešení. Již při porovnání informací o použitých sběrnicích je k povšimnutí, že systém Ego-n má uzavřenou sběrnici, což znamená, že není možnost komunikace a propojení s ostatními řídicími systémy. Proti tomuto systému dále stojí omezené množství nabízených komponentů (základní moduly, ovladače pouze vlastní výroby atd.) a také nejdražší cena. Systémy iNELS a Foxtrot jsou oba založeny na sběrnici CIB a nabízí nespočet možných ovládacích modulů. Tlačítkové ovladače jsou v systému iNELS podporovány pouze od společnosti Logus. Oproti tomu systém Foxtrot nabízí využití kteréhokoli designu nástěnných ovladačů. Některé, jako např. ABB – Swing, Time či Element, Logus, Unica a další jsou již běžně vyráběny, dokonce na základě objednávky lze elektronické moduly integrovat do kteréhokoli požadovaného designu ovladače. Jak společnost ELKO EP, tak i Teco, obě nabízejí svou podporu ve formě jedno i vícedenních školení minimálně jednou za měsíc, a proto v této oblasti jsou víceméně rovnocenné. I přes o něco horší cenovou relaci za nabízený systém byl vybrán, i z důvodu větší rozmanitosti nabízených ovladačů, inteligentní systém Foxtrot.

3.2 Popis systému - Foxtrot

Tecomat Foxtrot jako komplexní řídicí systém nám v oblasti řízení inteligentních domů a budov umožňuje v domě prakticky veškeré technologie. Topení, jednotlivá světla nebo různé světelné scény, libovolné elektrické spotřebiče, žaluzie přes bazén, zavlažování zahrady, až po hudební systém či televizi a video. Způsobů, jak dům můžeme ovládat, je celá řada. Samozřejmě i v inteligentním domě zůstávají klasické vypínače a ovladače, ale přidávají se k nim možnosti ovládání dotykovými panely, chytrým telefonem, iPhonem či iPadem, televizí, ale i notebookem či počítačem s internetem.



Obr. 3-1 Ovládací LCD panel



Obr. 3-2 Ovládání pomocí PC

Přes tato zařízení vidíme do svého domu, co se kde děje, co a kde je zapnuté či vypnuté, kde se topí, svítí, jaká je kde teplota anebo přímo kamerou vidíme dovnitř. Byť to může na první pohled vypadat složitě, je to jednoduché a zábavné. Ovládání lze sestavit tak, aby bylo intuitivní, takže jej zvládne každý, dokonce třeba i dítě. Nakonec kdyby to tak nebylo, těžko by takové systémy mohly být ve světě tak oblíbené. Ano, systémy inteligentních elektroinstalací jsou ve vyspělém světě velmi rozšířené a své místo na trhu a oblibu si získávají i u nás.

Detailní popis systému a nabízených ovládacích a měřících prvků viz *Příloha č. 2 – Systém Fochtrot*.

4 Projekt klasické elektroinstalace

Aby bylo možné navrhnout elektroinstalaci konkrétního rodinného domu, bylo třeba nejprve získat stavební podklady – půdorysné výkresy, pohledy na dům, informace o stavbě a použitých materiálech apod. Nakonec se mi podařilo získat podklady od ještě nepostaveného luxusního rodinného domu ve městě Trutnov. Na základě těchto podkladů a znalostí dispozičního řešení domu bylo možné vypracovat projekt na realizaci klasické elektroinstalace.

V projektové dokumentaci budou popsány a oceněny veškeré použité rozvody a zařízení týkající se profese „elektro“. Rozvody topení, vzduchotechniky a dalších budou předmětem a dodávkou svých profesí.

Stavba je umístěna v katastrálním území Trutnov, na pozemkové parcele č. 2656/105 a její podobu můžeme vidět na 3D vizualizaci na následujících obrázcích.



Obr. 4-1 Jihozápadní pohled na dům



Obr. 4-2 Jihovýchodní pohled na dům

V následujícím textu bude jen stručně tento projekt popsán a budou vyzdvíženy jen charakteristické funkce a řešení této instalace. Kompletní projektová dokumentace viz *Příloha č. 3 – Projekt klasické elektroinstalace*.

4.1 Technické řešení

4.1.1 Charakteristika napájení

a) Připojení

Rodinný dům bude připojen zemním kabelovým vedením CYKY-J 4x16 mm² z pilířové sestavy elektroměrového rozvaděče RE a pojistkové skříň SS100. Hlavní jistič před elektroměrem bude osazen 3x32A/B. V trase přívodního vedení bude také položeno kabelové vedení CYKY-J 5x2,5mm² pro ovládání HDO a také pásek FeZn 30x4mm pro účely hlavního ochranného pospojení. Kabelová vedení budou ukončené v hlavním rozvaděči RH a pásek FeZn v hlavní ochranné přípojnici HOP.

b) Rozvaděče

Elektroinstalace RD budou rozděleny do jednotlivých pater – v 1. NP bude umístěn oceloplechový hlavní rozvaděč RH a v 2. NP plastový podružný rozvaděč RP. Z rozvaděčů budou napájeny jednotlivé světelné a zásuvkové okruhy, místní rozvodnice pro bazén, vzduchotechniku, saunu a další vývody.

4.1.2 Silnoproudé rozvody

Rozvody budou provedeny kabely CYKY uloženými pod omítkou a ve 2. NP pod omítkou a v sádkartonových příčkách a podhledech. Kromě světelných a žaluziových vývodů nelze žádná jiná zařízení jakkoliv ovládat. Pouze zapnout nebo vypnout pomocí jističího prvku.

a) Světelné okruhy

Rozvody osvětlení jsou provedeny kabely CYKY-J 3x1,5mm² (případně CYKY-J 3x2,5mm²) pro venkovní osvětlení se zásuvkami). Svítidla budou ovládána vypínači a přepínači umístěnými u jednotlivých vchodů do místnosti, venkovní nástěnná svítidla pohybovým čidlem a venkovní sloupková svítidla časovým spínáním. Ze světelných vývodů budou napájené i odsávací ventilátory.

b) Zásuvkové okruhy

Rozvody zásuvkových okruhů budou provedeny pomocí kabelů CYKY-J 3x2,5mm² a CYKY-J 5x2,5mm².

c) Vytápění

Vytápění objektu včetně ohřevu teplé užitkové vody (TUV) zajišťuje plynový kotel č. 1 řízený pokojovým termostatem. Pro ohřev vody bazénové technologie a VZT zařízení bude používán plynový kotel č. 2. Oba napájené ze zásuvkového vývodu. Podlahové radiátory – fan-coily budou napájeny kabelovým vedením CYKY-J 3x1,5mm² a řízeny budou pomocí pokojových termostatů. Do okapových žlabů budou instalovány topné kabely Deviflex, které budou ovládány pomocí automaticky programovatelného regulátoru Devireg 850 v závislosti na teplotě a vlhkosti snímané čidlem umístěným v okapu. V koupelnách v 2. NP budou instalovány tytéž topné kabely do podlah. Regulace bude probíhat pomocí prostorového termostatu Devireg 550 umístěného v místnosti a snímajícího teplotu v prostoru a teplotu podlahy.

d) Bazén a sauna

Bazén bude ovládán ze samostatného rozvaděče v technické místnosti u bazénu. Dále zde bude instalován odsávací ventilátor pro provětrávání prostoru. Samostatně napájené bude havarijní čerpadlo s plovákovým spínačem, umístěné v prostoru pod bazénem. Dále zde bude vlastní rozvodnice pro ovládání sauny a saunových kamen.

e) Ostatní

Tato zařízení jsou napájená ze zásuvkových nebo světelných vývodů: drtič odpadu, varná deska, okenní el. žaluzie (žaluziové spínače), automatika pisoárů, slaboproudá zařízení, zahradní čerpadlo, zavlažovací technologie, centrální vysavač, garážová vrata a vjezdová brána

4.1.3 Slaboproudé rozvody

Trasování v objektu bude vedeno ve zdech v PVC trubkách Ø 16-36mm. Trasy mimo objekt budou provedeny v trubkách PVC DN50mm. Trubky budou vedeny v samostatných trasách. V případě souběhu s rozvody silnoproudu bude trubkování vzdáleno od silnoproudých rozvodů min. 20 cm, při křížení lze souběh snížit na 1 cm. Všechny instalované trubky v rámci vytrubkování budou vybaveny protahovacími vodiči.

a) STA – Společná televizní anténa

V objektu bude instalován rozvod společné televizní antény STA s anténním systémem. Rozvody budou provedeny hvězdovitě pomocí koaxiálních kabelů 75Ohm a vývody zakončeny zásuvkami TV-R-SAT.

b) PC – Datové rozvody

Rozvaděč datových rozvodů (HUB) bude umístěn také na půdě. Na anténním stožáru bude instalován wifi vysílač, který pomocí datových rozvodů kabelem UTP CAT 5e a wifi routeru zpřístupní drátové a i bezdrátové připojení po celém domě.

c) DVT – Domácí videotelefon

Pro objekt je navržen domácí videotelefon obsahující tlačítkové tablo s kamerou a audio komunikačním modulem, elektromagnetický zámek vstupní branky, domovní jednotky videotelefonu. Propojení jednotlivých prvků bude realizováno pomocí kabelů SYKFY, případně JYTY.

d) EZS – Elektronický zabezpečovací systém, EPS – elektrická požární signalizace

V objektu bude instalován systém EZS a EPS. Instalovaný systém EZS a EPS je tvořen společnou ústřednou v 1. NP a rozšiřujícím expandérem v 2. NP. Systém EZS bude využívat pohybové infračervené detektory, detektory tříštění skla, magnetické kontakty ve dveřích. Systém EPS bude tvořen opticko-kouřovými detektory. Ovládání systému je pomocí grafických klávesnic a hlášení poplachů venkovní akustickou sirénou. Rozvody EZS budou provedeny kabely SYKFY, rozvody EPS kabely J-Y(St)-Y.

e) CCTV – Uzavřený kamerový okruh

Objekt bude vybaven systémem CCTV pro monitorování a záznam perimetru domu. Využity budou 4 venkovní bezpečnostní IR kamery, rozšířený HDD a DVR Rekordér. Propojení kamer k záznamovému zařízení pomocí kabelů YAP 6100 (koax+CYSY 2x1). Vizualizace přes TV.

f) Distribuce audia a videa

V obývacím pokoji budou připraveny rozvody pro napojení systému domácího kina. Rozvody budou provedeny kabelem Oehlbach 2x2,5 a budou ukončené v reproduktorových zásuvkách.

4.1.4 Ochrana před bleskem

Na objektu bude instalován vnější neizolovaný systém LPS. Objekt je zaříděn do LPS III, z čehož vyplývá, že poloměr valící se koule $r = 45\text{m}$, vzdálenost jednotlivých svodů je max. 15m a rozměr ok mřížové soustavy max. $15 \times 15\text{m}$. Pomocí metody valivé koule byla využita hlavní jímací tyč $1,5\text{m}$ a tři pomocné jímače $0,5\text{m}$ z drátu FeZn $\varnothing 8\text{mm}$. Tímto drátem je jímací soustava propojena a přivedena ke svodům. Vše na podpěrách. Pomocí svodů bude tato soustava propojena přes zkušební svorky na zemnicí soustavu. S touto sestavou budou také propojeny veškeré vodivé předměty na střeše a v blízkosti svodů. Součástí je i ochranné pospojování. To bude realizováno pomocí hlavní ochranné přípojnice, která bude propojena se zemnicí soustavou i PE přípojnící rozvaděče RH. Dále k ní budou propojeny vývody doplňujícího pospojování. U bazénu a v technické místnosti budou vyvedeny samostatné vývody pro místní ochranné přípojnice.

4.2 Cenová kalkulace

Cena za tuto klasickou elektroinstalaci byla vypočítána na **590 132 Kč**. Tato cena se skládá z 354 288 Kč za instalaci silnoproudou a 235 844 Kč za instalaci slaboproudou.

5 Projekt inteligentní elektroinstalace

V této kapitole bude pro stejný rodinný dům, pro který byl vyhotoven projekt klasické elektroinstalace (KE), vyhotoven projekt elektroinstalace inteligentní (IE). Silnoproudé i slaboproudé vývody budou stejně dispozičně umístěny a bude se měnit jejich ovládání. Blíže nespecifikované rozvaděče z klasické elektroinstalace budou rozděleny na jednotlivé vývody. Ostatní vývody budou v závislosti na místních a funkčních potřebách elektroinstalace. Jednotlivé oblasti inteligentní elektroinstalace budou detailně popsány a v případě podobnosti s klasickou elektroinstalací bude tato oblast pouze doplněna o nové řešení. Kompletní projektová dokumentace viz *Příloha č. 4 – Projekt inteligentní elektroinstalace*.

5.1 Technické řešení

5.1.1 Silnoproudé rozvody a jejich ovládání

Silnoproudé rozvody jsou centralizovány do jednotlivých patrových rozvaděčů a budou provedeny kabely CYKY uloženými pod omítkou a ve 2. NP pod omítkou a v sádkartonových příčkách a podhledech. V objektu bude instalován inteligentní sběrníkový systém Foxtrot. Rozvody budou provedeny sítí bezpečného malého napětí SELV pomocí sběrníkového vedení J-Y(St)-Y případně SYKFY (spíše pro senzory apod.). Jakékoliv slaboproudé instalace provedené nestíněnými kabely budou uloženy v PVC trubkách pod omítkou. Veškerá zařízení propojená se systémem Foxtrot je možné ovládat jak pomocí webového rozhraní (LCD, PC, TV, mobilní telefon), tak i IR či RF.

a) Charakteristika napájení

Připojení – pro připojení rodinného domu budou platit stejná pravidla jako v KE.

Rozvaděče – v 1. NP bude umístěn skříňový rozvaděč RH, který je napájen stejně jako v předchozím případě z elektroměrového rozvaděče RE. Bude obsahovat také jistící a spínací prvky, přepětové ochrany a proudové chrániče. Nově bude obsahovat řídicí a spínací prvky inteligentní elektroinstalace Foxtrot (hlavní řídicí master modul, periferní master moduly, napájecí zdroj 27,2V a veškeré spínací moduly jednotlivých okruhů, GSM modul, modul rozhraní Opentherm apod.). V 2. NP bude umístěn podružný rozvaděč RP, který bude napájet a ovládat veškerá zařízení v tomto patře a na půdě. Budou v něm tedy také moduly systému Foxtrot.

b) Ovládání osvětlení

Technické řešení - oproti KE zde dojde k hlavní změně, a to, že jednotlivé světelné okruhy, tak jak je budeme chtít ovládat, budou samostatně napojeny z rozvaděčů RH a RP.

Ovládání – pomocí tlačítkových ovladačů připojených na sběrnici CIB (J-Y(St)-Y 3x2x0,8), které spínají příslušné reléové kontakty spínacího modulu. Tlačítka budou rozeznávat krátký a dlouhý stisk. V každé místnosti bude také umístěn jeden modul kombinující senzor intenzity osvětlení a teploty (ve vícerámečku s tlačítky).

Venkovní nástěnná svítidla budou ovládána pohybovým čidlem integrovaným ve svítidlech a pro trvalé rozsvícení systémovým tlačítkem u vstupu do domu. Osvětlení zahrady a příjezdové cesty bude ovládáno ručně systémovým tlačítkem, ale i čidlem intenzity venkovního osvětlení umístěného na střeše společně s meteostanicí. Osvětlení místností může být taktéž spínáno pomocí umístěných pohybových čidel systému EZS.

Funkce systému - osvětlení bude možné běžně ovládat krátkým stiskem ručních systémových tlačítek u vstupu nebo výstupu do/z místnosti. Pro navození klidnější atmosféry bude možné svítidla umístěná v obývacím pokoji, ložnici a dalších pokojích, stmívat dlouhým stiskem systémového ovladače. Pomocí čidel osvětlení u systémových ovladačů bude možné spínat osvětlení na základě hladiny intenzity osvětlení. Také bude možné kombinací jakýchkoliv světelných okruhů vytvářet různé světelné scény. V době vícedenní nepřítomnosti osob v domě bude pro noční režim nastavena simulace přítomnosti osob. Toho je docíleno automatickým rozsvěcením svítidel, která jsou v kontaktu s okny. Dům pak působí dojmem, jako by byl obsazen. Simulace bude vytvořena na základě běžného chování domu v době, kdy je skutečně obsazen. Osvětlení bude spolupracovat s elektronickým zabezpečovacím systémem (EZS) a to tak, že při zakódování systému budou všechna svítidla vypnuta a přitom může venkovní osvětlení zůstat ovládáno čidlem intenzity venkovního osvětlení. Centrální vypnutí osvětlení, např. při krátkodobém opuštění domu bude taktéž možné pomocí webového rozhraní.

c) Ovládání zásuvek

Technické řešení – zásuvkové rozvody a vývody zůstanou dle řešení KE víceméně beze změny. Vývody pro garážová vrata budou nahrazeny osazenými zásuvkami ve stropě. Dále bude rozvaděč pro bazénové technologie nahrazen jednotlivými okruhy pro filtrační zařízení, čerpadlo, protiproud a dávkovač pH a Redox (chlor) zakončenými zásuvkami.

Ovládání - zásuvkové okruhy budou ovládány reléovými výstupy příslušných periferních modulů přímo z rozvaděčů.

Funkce systému - spínání zásuvek bude provázáno s aktivací a deaktivací systému EZS. To znamená například, že při odchodu z domu a aktivaci EZS budou všechny nepotřebné zásuvkové okruhy odpojeny od el. energie a zůstanou pouze obvody, které vyžadují neustálé napájení (např. lednice). Spínání zásuvkových okruhů bude moci také být naprogramováno v závislosti na čase, např. v nočních hodinách a dopoledne, kdy jsou všichni v práci, mohou být nepotřebné zásuvkové okruhy opět odpojeny a tak šetřit elektrickou energii. Navíc kromě ušetřené energie je tak minimalizováno riziko vzniku požáru v důsledku závady některého ze spotřebičů.

d) Ovládání žaluzií

Technické řešení - rozvody pro ovládání žaluzií budou realizovány kabelovým vývodem CYKY-J 5x1,5mm² z rozvaděčů RH a RP. Ovládání bude zajišťovat modul, který pomocí přepínání vinutí dokáže ovládat asynchronní motory s reverzací a zajišťuje jak mechanicky, tak i programově, blokování současného sepnutí obou výstupů.

Ovládání – pomocí sběrnicevých tlačítkových ovladačů u příslušných oken

Funkce systému - ovládání žaluzií bude probíhat buď manuálně nebo v součinnosti např. se slunečním svitem (při zvýšeném osvětlení na určité okno budou žaluzie staženy. Nebo naopak

mohou být vytaženy a společně staženo topení. Také je možné je nastavit tak, aby při soumraku se zatáhly a naopak při svítání se roztáhly. Dále je možnost vytvoření částečné ochrany proti vloupání – při vyhlášení poplachu EZS se automaticky všechny žaluzie stáhnou dolů.

e) Ovládání vytápění

Technické řešení - vytápění objektu včetně ohřevu TUV bude stejně jako v KE zajišťovat plynový kotel č. 1. Pro ohřev vody bazénové technologie a VZT zařízení bude používán plynový kotel č. 2. Oba napájené ze zásuvkových vývodů. Vytápění místností bude řešeno podlahovým teplovodním vytápěním.

V západní části domu budou v obývacím pokoji, jídelně a u bazénu z důvodu velkého podílu prosklených stěn, pro vytvoření jemné tepelné clony a tím pro zamezení nebezpečí vzniku kondenzace vodních par na stěnách velkých prosklených ploch, instalovány podlahové jednotky fan-coil. Jednotky budou čtyřtrubkové, s tříotáčkovým ventilátorem a ventily pro topení a chlazení. Napájené budou z hlavního rozvaděče RH pomocí kombinace kabelových vývodů CYKY-J 5x1,5mm² a CYKY-O 3x1,5mm².

Proti zamrznutí okapových žlabů a svodů budou použity stejně jako v KE dvoužilové topné kabely Deviflex a proti zamrznutí budou chráněné také střešní vpustě. Napájení obou kabelovým vývodem CYKY-J 3x1,5mm².

Ovládání - spínání plynových kotlů bude zajišťovat příslušný modul. Kotle budou ovládány prostřednictvím komunikačního rozhraní OpenTherm, kdy díky modulu připojeného na sběrnici TCL2 bude umožněna obousměrná výměna informací (stav kotle, konfigurace, informace o tlaku, teplotách, časech hoření, běhu čerpadel atd.) mezi centrálním modulem CP-1000 a plynovým kotlem.

Podlahové teplovodní topení bude ovládáno sběrnicovými motorickými hlaviciemi v rozdělovačích topení R1 a R2. Z každé hlavice bude také napojen podlahový teplotní senzor a bude umístěn společně s podlahovým vytápěcím okruhem. Teplotní čidlo s jímkou umístěné mezi výměník tepla a bazén bude sloužit pro vládnutí teploty vody v bazénu.

Teplota vzduchu v místnosti, jak již bylo řečeno, bude hlídána pomocí kombinovaného čidla teploty a intenzity osvětlení. Pro jednotky fan-coil bude vyvedeno vždy čidlo kondenzace a podlahový teplotní senzor.

Pomocí kabelového čidla teploty a čidla sněhu a ledu umístěného v okapu bude možné ovládat vytápění okapových žlabů. Stejně tak bude řešeno vyhřívání i střešních vpustí.

Funkce systému - systém vytápění bude nastaven dle předem určeného časového plánu. V době od 6:00 do 7:30, tj. doba, kdy bude rodina vstávat, se bude topení zapínat na 21 stupňů. Od 7:30, kdy rodina odchází do práce, bude do 16:00 udržována na 17 stupních. Od 16:00 se opět nastavená teplota zvýší na 21 stupňů a bude tak udržována až do 0:00, kdy pro dobu spánku bude postačovat teplota 19 stupňů. Bude možné nastavovat nezávisle teploty v jednotlivých místnostech. Vytápění bude také závislé např. na denním osvětlení – při svitu slunce na danou místnost se vytápění automaticky sníží. Dále bude vytápění provázáno např. se vzduchotechnikou, kdy při ochlazování místnosti bude automaticky vytápění staženo. Systém je možné nastavit v závislosti na ročním období, je možné nastavit režim, kdy rodina odjede na dovolenou a dům bude prázdný atd. Systém ovládání vytápění bude také závislý na naměřené hodnotě relativní vlhkosti vzduchu v místnostech.

f) Ovládání vzduchotechniky

Technické řešení – bude použita rekuperační jednotka Multi-VAC, která bude napájena kabelovým vývodem CYKY-J 5x2,5mm² z hlavního rozvaděče RH. Pomocí rozhraní RS-232 bude propojena se systémem Foxtrot a tím bude umožněna veškerá komunikace. Komunikační modul je prozatím ve vývoji.

Ovládání – bude probíhat buď pomocí čidel vlhkosti připojených pomocí seriového portu RS232 k rekuperační jednotce nebo pomocí teplotních čidel u tlačítkových ovladačů.

Funkce systému - rekuperační jednotka bude pracovat na principu získávání tepla vzduchu odsávaného z interiéru k předehřívání venkovního chladného vzduchu v zimním období. V letním období je to naopak. Rekuperace bude probíhat v každé běžné místnosti a bude možné řídit jak odvody nepoužitelného vzduchu z domu, tak i vlhčení, chlazení, ohřev či filtraci vzduchu venkovního, který bude předáván do domu. Systém vzduchotechniky bude pracovat autonomně na základě čidel či ručního spínání, kdy bude možné řídit jednotlivé okruhy místností jednotlivě. Vzduchotechniku bude možné řídit také pomocí teploty uvnitř místností a venkovní či na základě předem určeného času (např. vždy dopoledne od 8:00-10:00 bude automaticky rekuperován vzduch v celém domě).

g) Bazénové technologie

Technické řešení – zařízení pro ovládání bazénových technologií budou napojena z rozvaděče RH. Základním prvkem bude pískové filtrační zařízení napájené kabelem CYKY-J 3x2,5mm². Pro cyklování vody v okruhu zde bude umístěno oběhové čerpadlo 0,45kW, které bude připojené na kabel CYKY-J 3x2,5mm². Dále zde bude umístěno dávkovací zařízení pro dávkování pH a Redox(chlor). Čidla pH a Redox jsou součástí zařízení. Pro komunikaci se systémem Foxtrot bude sloužit připojení komunikačního modulu dávkovače pomocí rozhraní RS-232 (kabel J-Y(St)-Y 3x2x0,8) na centrální modul CP-1000 v rozvaděči RH. Komunikační modul pro dávkovač je prozatím ve vývoji. Pro osvětlení bazénu budou do stěny bazénu zamontovány svítidla LED 12V. Do bazénu bude také instalováno zařízení protiproudu napájené kabelovým vývodem CYKY-J 3x2,5mm². V prostoru pod bazénem bude instalováno havarijní čerpadlo s plovákovým ovládáním. Pro napájení čerpadla bude připraven kabel CYKY-J 3x2,5mm² z rozvaděče RH v 1. NP.

Ovládání - cyklus filtrování bude probíhat automaticky denně vždy od 8:00 do 9:00 a večer od 18:00 do 19:00. Dávkování chemií – pH a Redox (chlor) bude probíhat vždy na základě vyhodnocení koncentrace chemie v bazénové vodě pomocí příslušných sond. Propojení dávkovače přes rozhraní RS232 k systému Foxtrot bude umožňovat sledování hodnot naměřených koncentrací.

Osvětlení a spouštění protiproudu bude možné systémovými tlačítky z místnosti, případně LCD managerem v technické místnosti. Havarijní čerpadlo bude při zaplavení prostoru pod bazénem ovládáno plovákovým spínačem, jež je součástí čerpadla.

Funkce systému - Řízení bazénových technologií bude probíhat částečně automaticky (filtrování vody a doplňování chemie – pH a Redox) a částečně dle potřeb uživatelů (spínání osvětlení a protiproudu). Osvětlení bazénu bude řízeno také automaticky na základě intenzity venkovního osvětlení, tzn., že po setmění bude bazén osvětlen orientačním osvětlením. Vytápění je možné díky komunikaci plynových kotlů nastavit dálkově tak, aby voda v bazénu byla po příjezdu vyhřátá na požadovanou teplotu.

h) Sauna

Bude zajištěno přívodní kabelové vedení CYKY-J 5x2,5mm² včetně rozhraní RS-232. Bude tak možné dálkově pomocí mobilního telefonu, tabletu atd. saunu zapnout či vypnout, nastavit si požadovanou teplotu, vlhkost, barvu a intenzitu osvětlení a dokonce libovolné aroma.

i) Zavlažování

V prostoru zahrady za domem je umístěna akumulární nádrž na vodu o objemu 4m³. Tato voda bude využívána pro zavlažování zahrady. Přebytková voda bude odpouštěna do kanalizace. Pro tyto účely budou v místnosti č. 118 zřízena dvě čerpadla (jedno pro zavlažování a druhé pro odvod přebytkové vody). Čerpadla budou napájena z rozvaděče RH a budou zapojena do zásuvkových vývodů. Pro hlídání výšky hladiny bude do akumulární nádrže instalován sběrníkový hydrostatický hladinoměr, který na základě měření hydrostatického tlaku určí výšku hladiny. Pokud bude vody nedostatek, pak bude zavlažování probíhat z běžného vodovodního řádu, pomocí elektrického motorového ventilu umístěného na vodovodním potrubí, jehož předností je i možnost ručního ovládání. Ventil bude spínán příslušným modulem v rozvaděči.

Ovládání zavlažování bude buď na základě určitého časového intervalu, nebo pomocí měření vlhkosti půdy. K měření vlhkosti půdy bude použit kruhový snímač Virrib, který bude umístěn horizontálně do země, nejlépe do každé samostatně ovládané závlahové sekce a bude napojen kabelem J-Y(St)-Y 2x2x0,6 přes modul analogových vstupů a sběrnici až do rozvaděče.

j) Ostatní silnoproudé rozvody

Garážová vrata budou pomocí sběrníkových modulů ovládány pomocí RF klíčenek nebo jako všechny ostatní rozvody přes webové rozhraní. Taktéž bude ovládána i vjezdová brána. Ostatní silnoproudé rozvody budou provedeny stejně jako v KE.

k) Měření energií a neelektrických veličin

Měření elektrické energie – pomocí třífázového elektroměru. S pomocí optické hlavy, která je přes rozhraní RS-232 připojena k hlavnímu modulu, budou získávány informace o každé fázi samostatně.

Měření průtoku vody – pro měření průtoku vody ÚT a TUV bude ve vodoměrné šachtě u vstupu do domu osazen průtokoměr a pro připojení na sběrnici příslušný modul.

Měření spotřeby zemního plynu – měření spotřeby zemního plynu bude řešeno snímáním průtoku plynu pomocí sběrníkového modulu a modulu čtecího, který je osazen přímo na plynoměru.

Měření tlaku vody v topném okruhu – pro hlídání případného úniku vody z topného okruhu budou v rozdělovačích R1 a R2 instalovány čidla tlaku vody propojená přes sběrníkové moduly k systému Foxtrot. Na základě poklesu tlaku vody v topném okruhu pod stanovenou mez budou uzavřeny ventily v rozdělovačích topení a případně hlavní vodovodní přívod do budovy.

Hlídání zaplavení – proti zaplavení koupelen, místností s pračkou apod. budou použity snímače zaplavení, které budou napojeny přímo na analogové vstupy spínacích modulů v rozvaděčích.

Meteo měření (vítr, srážky, oslunění) – na střeše na připraveném stožáru bude instalována meteo stanice obsahující anemometr pro měření rychlosti větru, ukazatel směru větru a srážkoměr, které jsou pomocí ethernetu propojeny přes sběrníkový modul do systému.

Měření intenzity osvětlení – pro měření intenzity venkovního osvětlení bude u některých oken umístěn sběrníkový modul se senzorem intenzity osvětlení. Takovýto senzor bude také u meteo stanice na střeše.

5.1.2 Slaboproudé rozvody

Pro tyto rozvody platí stejná pravidla, jako v klasické elektroinstalaci. Doplněno bude pouze vedení J-Y(St)-Y, které díky svému stínění může být uloženo stejně jako silnoproudé vedení. Ostatní nestíněná vedení je třeba vždy ukládat v ochranných trubkách a v dostatečné vzdálenosti od rozvodů silnoproudých.

a) STA – Společná televizní anténa

Rozvody STA budou oproti klasické elektroinstalaci doplněny o koaxiální přepětové ochrany 3. stupně a rozvaděč STA bude napájen ze samostatného zásuvkového vývodu.

b) PC – Datové rozvody

Doplněním oproti KE je propojení datového switch v rozvaděči HUB na switch umístěný v rozvaděči RP. Pro zajištění ochrany proti přepětí v síti ethernet budou v rozvaděči HUB umístěny přepětové ochrany 3. stupně.

c) DVT – Domácí videotelefon

Bude použit IP videotelefon Videx umístěný u vstupu na pozemek a napojený pomocí kabelu Etherline CAT 5e FD na switch v hlavním rozvaděči RH. Ostatní domovní videotelefony jsou realizovány pomocí nástěnných LCD managerů. Videotelefon bude ovládat vstupní branku, komunikace se bude zobrazovat na domovních LCD managelech a je možné ji také převádět do webového rozhraní, takže bude možné např. přes chytrý telefon sledovat kdo je u vstupní branky.

d) EZS – Elektronický zabezpečovací systém, EPS – elektrická požární signalizace

Systém EZS-EPS bude oproti klasické elektroinstalaci řešen pouze záměnou ústředny a její komunikací. Bude totiž použita pouze jedna ústředna Galaxy Dimension, která pomocí komunikačního modulu a rozhraní RS-232 bude připojena k základnímu modulu. Tento systém bude možné použít také například pro ovládání osvětlení, vytápění apod., a to pomocí vlastních pohybových čidel.

e) CCTV – Uzavřený kamerový okruh

Oproti klasické instalaci budou použity IP kamery Vivotek a tím i jejich připojení bude pomocí stíněných kabelů Etherline CAT 5e FD. Kamerové vývody budou centralizovány do jednoho

síťového přepínače, kde je připojeno i záznamové zařízení s navýšenou pamětí 1TB a celý systém je propojen do domovní datové sítě.

f) Multimedia

Rozvody ozvučení v obývacím pokoji budou totožné s rozvody ozvučení v KE. Systém Foxtrot bude pomocí integračního modulu propojen s multimediálním systémem Control4.

5.1.3 Ochrana před bleskem

Ochrana před bleskem, bude provedena stejně jako pro KE. Přepět'ové ochrany 3. stupně pro koaxiální rozvody a rozvody ethernetu již byly zmíněny, je třeba doplnit pouze informaci o instalaci přepět'ové ochrany pro rozhraní RS-232.

5.1.4 Ochranné pospojování

V porovnání s KE bude ochranné pospojování v IE provedeno naprosto identicky.

5.2 Cenová kalkulace

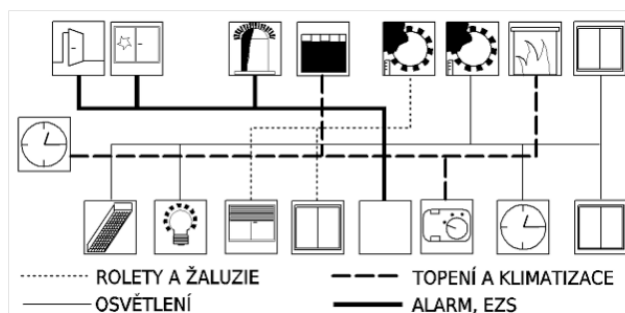
Cena za tuto inteligentní elektroinstalaci byla vypočítána na **1 331 258 Kč**. Tato cena se skládá z 970 159 Kč za instalaci silnoproudou včetně ovládání a 361 099 Kč za instalaci slaboproudou.

6 Porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace

Cílem této kapitoly bude vzájemné porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace. Nejprve půjde o obecný popis instalací, jejich výhody, nevýhody a jejich vzájemné porovnání. Poté bude pozornost věnována konkrétním vyhotoveným projektům.

6.1 Klasická elektroinstalace

Patří mezi nejpoužívanější v České republice, ale i ve světě. Je realizována za pomoci silového vedení, které zároveň slouží jako zdroj elektrické energie a neumožňuje měnit funkce systému bez zásahu do zapojení. Tímto způsobem lze přenášet pouze informaci typu zapnuto/vypnuto. Funkce každého tlačítka je pevně dána tím, k jakému zařízení od něj vedou kabely. Pro přenos jiného typu informace je potřeba instalovat další vedení pouze pro tuto konkrétní situaci. Jakákoliv změna znamená zásah do instalace (vložení dalšího kabelu) nebo do budovy (sekání omítek). Při návrhu je elektroinstalace navrhována pro jednotlivé zařízení s jedním účelem. Systémy nejsou kompatibilní a většinou mezi sebou nekomunikují, což vede ke snížení komfortu uživatele.



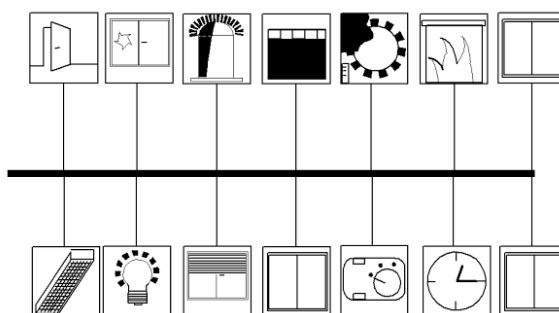
Obr. 6-1 Schéma klasické elektroinstalace

6.1.1 Výhody a nevýhody klasické elektroinstalace

Klasická instalace je vhodná pro jednoduché instalace. Pokud máme místnost a v ní jeden nebo dva světelné okruhy, klasická instalace je naprosto ideální pro toto použití. Výhodou pro použití klasické instalace je její finanční nenáročnost. Důležitým faktem je možnost výběru dodavatele elektroinstalace ze spousty kvalitních firem a spolehlivých živnostníků, kteří jsou schopni realizovat takovou instalaci bez větších technických problémů. Klasické instalace mají v dnešní době inteligentních systémů spíše už jen řadu nevýhod. Mezi ty patří změny v elektroinstalaci spojené s vysokými náklady, nepřehlednost při velkém počtu kabelů, problémy se vzájemným propojením systémů a růst nákladů na realizaci s rostoucími požadavky na množství funkcí.

6.2 Inteligentní elektroinstalace

Vše, co bylo předešlé instalaci vyčítáno, tento typ to umožňuje. Komunikace probíhá pomocí datové sběrnice a jednotlivé systémy mezi sebou komunikují a mohou se navzájem ovlivňovat. Uživatel ovládá pouze jeden centrální systém, který předává informace ostatním. Jedná se o otevřený a kompatibilní systém. Umožňuje jakoukoliv změnu stávající elektroinstalace bez zásahu do stavební konstrukce a systému. Jednotlivé prvky mohou komunikovat bezdrátově, není tedy nutná nová kabeláž. Celý systém je nakonfigurován pomocí programu a jakákoliv změna v programu je možná během provozu. Program je uživatelsky přátelský.



Obr. 6-2 Schéma inteligentní elektroinstalace

6.2.1 Výhody a nevýhody inteligentní elektroinstalace

Mezi hlavní výhody inteligentních instalací je poskytovaný komfort v řízení, ovládání a řízení spotřeby energie. U velkých a rozsáhlých systémů představuje inteligentní instalace jedinou možnou cestu z důvodu přehlednosti a komplexnosti. Zkušenosti z praxe jednoznačně potvrzují, že u velkých a rozsáhlých projektů je provedení inteligentní instalace cenově srovnatelné, nebo v některých případech dokonce i levnější než provedení klasického způsobu instalace. Mezi další výhody patří i možnost libovolného rozšíření celé inteligentní instalace a jednoduchost kabeláže. V neposlední řadě je i možnost dodatečně přizpůsobovat a upravovat nastavení celého systému inteligentní instalace. Sběrnice je napájena jen malým napětím SELV, dochází tedy k vyloučení vlivu elektromagnetického vyzařování instalací 230V.

Hlavní nevýhodou inteligentní instalace je nepřiměřená velikost finančních nákladů při použití v malých nebo jednoduchých systémech. Tady je to jednoznačně otázka prestiže a požadovaného komfortu ze strany investora. Další nevýhodou inteligentní instalace je, že v naší republice zatím není příliš rozšířena, tudíž jsou vysoké ceny za instalační materiály. Z toho plyne i poslední nevýhoda, a to je nedostatek odborných firem na trhu, které umožňují kvalitní provedení této instalace.

Shrnutí výhod:

Komfort:

- stmívací funkce (postupný náběh/doběh, soft start, světelné scény)
- ovládání přes dotykový displej (zabudovaný ve stěně, kompletní přehled)
- ovládání běžným dálkovým ovladačem (například od TV nebo HIFI)

- ovládání hlasem
- regulace teploty podle předem nastavených programů
- možnost ovládání přes mobilní telefon, počítač a internet

Automatizace:

- funkce se provádí automaticky na základě určené veličiny (čas, teplota, úroveň osvětlení, pohybu osob, síly větru...)
- je možno vykonat několik funkcí na základě jednoho povelu nebo události (např. při setmění systém zatáhne žaluzie, rozsvítí světla, zvýší pokojovou teplotu atd.)
- příchodové/odchodové funkce: po zadání kódu (nebo přečtení karty) na klávesnici
- systém automaticky nastaví elektrické spotřebiče podle rozpoznání uživatele

Bezpečnost:

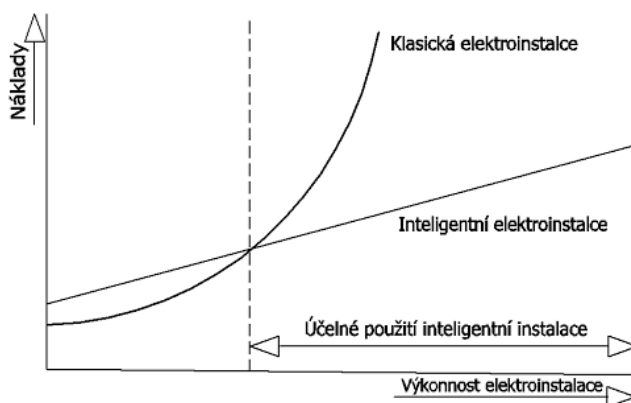
- alarm s rozšířenými funkcemi je součástí systému
- systém je vybaven vlastní klávesnicí, která může být ovládána kódem nebo přístupovou kartou
- veškeré nastavení a přístupy jsou zaheslovány v několika úrovních
- ochrana domu při špatném počasí, nečekaných událostech (poruchy v síti, přepětí, přetížení)
- bioinstalace: vypnutí nepoužívaného elektrického okruhu (např. ložnice při spánku)
- dotykové části senzorů jsou napájené bezpečným napětím 24 V

Úspory:

- součástí je regulace vytápění a/nebo klimatizace
- časové nebo časově omezené spínání
- regulace osvětlení (lze dosáhnout až 10 % úspor elektrické energie)
- závislé spínání (např. při soumraku, při nastavené teplotě...)
- blokování vybraných spotřebičů při vysokém tarifu elektroměru
- eliminace nechtěně zapnutých spotřebičů

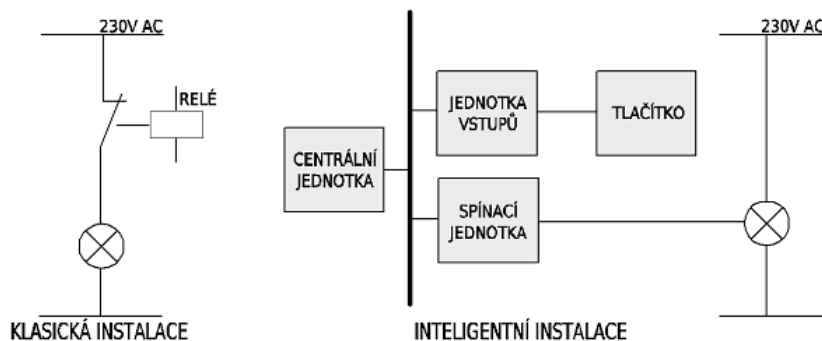
6.3 Porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace

Všeobecně řečeno výběr klasické nebo inteligentní instalace závisí na závislosti nákladů na výkonnosti elektroinstalace.



Obr. 6-3 Závislost nákladů na výkonnosti elektroinstalace

Klasickou instalací je možné zajistit většinu požadavků kladených na elektrické vybavení budov. Inteligentní elektroinstalace mají oproti klasickým vyšší komfort ovládání přístrojů a zařízení, zavádí bezpečnostní funkce (signalizace rozbití oken, poplachu atd.), jsou jednodušší, přehlednější, umožňují snadné projektování a dodatečné rozšíření systému o další prvky. Inteligentní elektroinstalace jsou vybaveny funkcí centrálního ovládání všech zařízení v budovách a bytech. Inteligentní instalace oproti klasickým dosahují optimální spotřeby energie. Inteligentní elektroinstalace nespíná ovládacím prvkem příkon přímo do spotřebiče, ale posílají se jen povely pro spínání - ZAP/VYP. To můžeme porovnat na jednoduchém příkladu spínání obyčejné žárovky na následujícím obrázku.



Obr. 6-4 Spínání žárovky

U klasické instalace je tedy normální vypínač, který po stisknutí zapne, nebo vypne svítidlo, popř. jiný elektrický spotřebič, třeba ventilátor. Svítidlo je tedy řízeno pouze vypínačem. Ve skutečnosti je to provedeno tak, že je z rozvaděče natažen samostatně jištěný přívodní kabel do vypínače, přes který se vede přívod až do samotného světelného zdroje. Vypínač popř. vypínače tedy slouží přímo k přerušení napájení ke svítidlu. Každý světelný okruh, který chceme ovládat samostatně, musí mít svůj vlastní vypínač. U zásuvkových obvodů to znamená jejich přímé napojení do rozvaděče na jisticí prvky. To samé platí i pro připojení ostatních použitých technologií.

V systémové (inteligentní) elektroinstalaci, např. se sběrnici CIB, příslušnost jednotlivých ovládacích prvků (tlačítkových spínačů) k jim odpovídajícím světelným okruhům není dána přímým silovým propojením, ale softwarovým přiřazením těchto tlačítek přes jednotku vstupů ke spínací jednotce, která bude vykonávat předem naprogramované příkazy. Sběrnice zajišťuje jak přivedení napájecího napětí pro jednotlivé prvky, tak i komunikaci mezi těmito prvky a centrální jednotkou.

6.3.1 Porovnání projektů klasické a inteligentní elektroinstalace

V předchozích kapitolách č. 4 a č. 5 byly vyhotoveny 2 projekty – jeden na klasickou a jeden na inteligentní elektroinstalaci. Ty se teď pokusím pomocí několika základních oblastí, jako jsou např. technické řešení, náklady na instalaci, úspory, bezpečí, komfort apod., porovnat.

a) Technické řešení

Zde budou popsány pouze heslovitě odlišnosti inteligentní elektroinstalace od klasické.
Inteligentní elektroinstalace – větší rozvaděče doplněné o master modul a periferní moduly

- sběrníkové vedení
- senzory – teploty, vlhkosti, sněhu a ledu, kondenzace, hladiny, zaplavení, intenzity osvětlení
- měření el.energie, průtoku a tlaku vody, spotřeby zemního plynu
- rozdělení jištěných světelných obvodů na více okruhů a napojení jednotlivě z rozvaděčů
- vícefunkční tlačítkové ovladače
- LCD managery
- žaluziové vývody jednotlivě z rozvaděčů
- motorické hlavice topení
- rozhraní Opentherm pro plynové kotle
- rekuperační jednotka Multi-VAC + rozhraní RS-232
- dávkovač pH a Redox + rozhraní RS-232
- filtrační zařízení, protiproud, LED osvětlení bazénu
- rozhraní RS-232 sauna
- zásuvkové zakončení pro garážová vrata, rozvaděče STA a HUB
- propojení datových rozvodů se systémem Foxtrot
- IP videotelefon
- samotná ústředna EZS – EPS propojená na Foxtrot
- IP kamery
- propojení s Control4

b) Pořizovací náklady

Inteligentní elektroinstalace – náklady na tuto elektroinstalaci byly vypočítány na celkových 1 331 258 Kč, z čehož je 970 159 Kč za silnoproudou část a 361 099 Kč za část slaboproudou.

Klasická elektroinstalace – náklady činí celkových 590 132 Kč a z toho 354 288 Kč za část silnoproudou a 235 844 Kč za slaboproudou část.

Zvýšené náklady inteligentní elektroinstalace jsou v části slaboproudé (125 255 Kč) způsobeny největší mírou instalací drahých IP kamer. V části silnoproudé je rozdíl mezi oběma instalacemi 615 871 Kč. Tento rozdíl je způsoben doplněním instalace o řídicí moduly systému Foxtrot v rozvaděčích, o moduly periferní připojené k ovládaným zařízením, tlačítkové ovladače, senzory (teplotní, vlhkostní apod.) a v neposlední řadě rozsáhlejší kabeláží.

c) Úspory energií

Inteligentní elektroinstalace – systém Foxtrot je schopen, dle údajů výrobce, ušetřit až 33% výdajů za energie optimální regulací topení, rekuperace vzduchu, spotřebičů a světel. Pomocí signálu HDO připojeného k hlavnímu modulu CP-1000 systém může ovládat spínání jakýchkoliv obvodů v závislosti na nízkém (vysokém) tarifu. Při odchodu z domu systém automaticky odpojí nepotřebné spotřebiče, zhasne světla, aktivuje EZS apod.

Klasická elektroinstalace – systémy pro regulování vzduchotechniky, topení, žaluzií atd. jsou ovládány samostatně a nezávisle na sobě, což způsobuje zbytečné finanční náklady navíc – např. když odejdu z domu a nechám svítit světlo v obývacím pokoji, nevypnu televizi apod.

d) Ochrana osob a majetku

Inteligentní elektroinstalace – k systému je připojen certifikovaný systém EZS, který zvládne informovat PCO o poplachu, díky systému Foxtrot je možné při poplachu aktivovat kamery, zapnout nebo naopak vypnout osvětlení pro stížení orientace pachateli, spustit zvukový alarm, případně zaslat poplachovou SMS na vybraná čísla.

Klasická elektroinstalace – použitý systém zvládne pouze informovat PCO o poplachu, dokáže zaslat poplachovou SMS a spustit alarm.

e) Komfortní provedení a komunikace

Inteligentní elektroinstalace – automatizace všech funkcí systému umožňuje nespočet různých nastavení. Ovládací tlačítko lze využít pro několik funkcí najednou (např. stiskem tlačítka u vstupních dveří se dům přepne do režimu „mimo domov“, tzn., že se vypnou všechna světla, nepotřebné zásuvky, topení se ztlumí na požadovanou hodnotu apod. Systém dále využívá ovládacích LCD managerů, ze kterých je možné kontrolovat a ovládat všechny oblasti systému. Pomocí webového rozhraní je také možnost komunikace se systémem dálkově, odkudkoliv na světě pomocí vlastního telefonu, PC, či tabletu. Ovládání je možné také pomocí RF rozhraní a připravuje se také hlasové ovládání.

Klasická elektroinstalace – ovládání je možné pomocí tlačítkových ovladačů, které umožňují vždy jen jednu funkci, pro kterou jsou vyrobeny (vypínač pro osvětlení, žaluziový spínač, termostat apod.).

f) Multimediální systém

Inteligentní elektroinstalace – k systému Foxtrot byl připojen integrační modul Control4, což je všestranný multimediální systém. Díky tomuto propojení bude možné všechna zařízení multimediální techniky (TV, DVD, HiFi apod.) ovládat z kteréhokoliv ovládacího prvku systému Foxtrot (LCD managery, TV, IR ovladače atd.).

Klasická elektroinstalace – pro multimediální techniku je klasická elektroinstalace pouze napájením a rozvodem kabeláže. Jakákoliv komunikace s ostatním zařízením domácí techniky zde možná není.

g) Ochrana zdraví

Inteligentní elektroinstalace – systém Foxtrot pomocí vlhkostních a teplotních čidel sleduje stav vzduchu v místnostech, ovládá instalovanou rekuperační jednotku a tím zajišťuje stále čerstvý vzduch v místnostech.

Klasická elektroinstalace – rekuperační jednotku instalovat lze, ale není možnost komunikace s ostatními systémy a jejího ovládání pomocí informací ze systémových senzorů teploty, vlhkosti apod.

7 Závěr

Tato bakalářská práce se nejdříve zabývá vývojem inteligentních elektroinstalací a jejich postupným začleňováním na trh. Dále je rozebrána struktura a topologie samotných systémů, druhy sběrnic a následuje podrobnější popis několika nejrozšířenějších inteligentních systémů a firem, které je nabízejí. Po zhodnocení jejich charakteristických vlastností je vybrán systém Foxtrot, jenž je detailně popsán.

Následuje vyhotovení projektové dokumentace klasické a inteligentní elektroinstalace. Obě jsou aplikovány na stejný rodinný dům, stejně dispozičně řešený, aby bylo možné je vzájemně porovnat. Toto porovnání je obsahem další kapitoly, kde je kromě porovnání těchto projektů také obecné porovnání klasické a inteligentní elektroinstalace.

7.1 Cíle práce a jejich splnění

Základním cílem této práce bylo uvedení kohokoliv neznalého problematiky inteligentních elektroinstalací do jádra věci. Proto je v úvodu přiblížen vývoj těchto instalací a jejich postupné začleňování jak do průmyslových odvětví, tak do občanských staveb. Dalším úkolem bylo vysvětlit a popsat strukturu těchto systémů. Byla popsána struktura centralizovaná, decentralizovaná i hybridní. K tomu nemohla chybět vlastní topologie (liniová, kruhová apod.). S následujícími znalostmi jednotlivých používaných sběrnic (CIB, EIB, EIB/KNX apod.) již bylo možné vzít 3 nejrozšířenější inteligentní systémy a určit jejich charakteristické vlastnosti (typ sběrnice, používané moduly, ovladače, software, vizualizace...).

Dalším cílem bylo vybrat z těchto tří systémů jeden, který bude použit pro následné vyhotovení projektu inteligentní elektroinstalace. Na základě určitých parametrů (cena, spektrum nabízených prvků atd.) byl vybrán systém Foxtrot, který byl cenově až druhý, ale vyhrál svou otevřenou sběrnici, maximálním možným spektrem nabízených systémových prvků a svým výborným výrobním potenciálem do budoucna. Pro pozdější využití znalostí o systému Foxtrot, bylo třeba tento systém detailně popsat. Nejdříve byly popsány využívané sběrnice, centrální řídicí moduly a možnosti rozšíření o externí řídicí moduly. Následovaly jednotlivé oblasti ovládání v elektroinstalaci, jako jsou: světlené a zásuvkové okruhy, ovládání žaluzií, klimatizace, ovládání vytápění, měření energií i neelektrických veličin apod. a ukončena je tato kapitola možností propojení systému s multimediálními systémy či dalšími inteligentními systémy.

V dalších kapitolách bylo třeba pro možnost zjištění a porovnání inteligentní elektroinstalace s klasickou, vyhotovit kompletní projektové dokumentace pro realizaci stavby. Tyto dokumentace obsahují vše co je pro realizaci instalace potřeba – technickou zprávu, půdorysné výkresy, výkresy rozvaděčů a různá další přehledová schémata. Nechybí ani rozpis nákladů, ve kterém jsou zvlášť počítány náklady na instalaci silnoproudou a zvlášť na instalaci slaboproudou. Projekt inteligentní elektroinstalace je stejně dispozičně řešený, je však použita systémová instalace.

Dále byly tyto dva projekty detailně porovnány – jejich technické řešení, pořizovací náklady, možné úspory energií apod. Součástí je i obecný popis výhod a nevýhod jednotlivých elektroinstalací.

7.2 Shrnutí výsledků a vlastní přínos práce

Hlavním hledaným výsledkem byl cenový rozdíl mezi elektroinstalací klasickou a inteligentní. Bylo vypočítáno, že náklady na inteligentní elektroinstalaci jsou o cca 740 000 Kč vyšší. Tato cena byla způsobena převážně drahými řídicími moduly, moduly tlačítkových ovladačů, podstatně rozsáhlejší kabeláží než u klasické elektroinstalace a v neposlední řadě instalací mnohem dražších IP kamer.

Na druhou stranu pro majitele, který si postaví tak luxusní dům, jehož pořizovací cena se vyšplhala na cca 15mil.Kč, úspory určitě nebudou na prvním místě, ale spíše nabízený komfort, kterého si v tomto domě užije maximum.

Pokud se také podíváme na rozdílovou cenu a vezmeme, že dům bude obývat čtyřčlenná rodina a sečteme standardní náklady na provoz domu, které budou obsahovat náklady na vytápění a ohřev teplé užitkové vody pomocí plynového kotle, náklady na elektrické spotřebiče a světlo, vodné a stočné, tak zjistíme, že celková částka se pohybuje okolo cca 8 000Kč za měsíc. To znamená, že pokud by byla dosažena maximální možná úspora dle výrobce 33% z ceny energií, což je v tomto případě 2 640Kč za měsíc, pak by byla celková návratnost pořizovacích nákladů inteligentní elektroinstalace za cca 23 roků. A pokud budeme počítat s trendem lineárního zvyšování cen energií, pak do budoucna můžeme jistě počítat s úsporami vyššími.

7.3 Možnost dalšího zaměření práce

Další vývoj práce by mohl být zaměřen na problematiku úspor energií v tomto domě. V současné době je dům vytápěn pomocí plynových kotlů. Pro budoucí návrh zdroje vytápění by bylo dle mého hlediska výhodné využít tepelného čerpadla, které dle statistik sice je o 2/3 dražší v pořizovací ceně, jeho náklady na provoz jsou však oproti plynovému kotli poloviční, což v praxi znamená, že návratnost této investice je za cca 4 roky a poté již bude vykazovat úspory. Další možnou variantou je integrace solárních termických kolektorů, případně fotovoltaických článků pro ohřev teplé užitkové vody či napájení ostatních rozvodů v domě. Jednotlivé systémy se v současné době nejvíce rozvíjejí, a proto určitě můžeme očekávat další a další možné technické novinky a vylepšení, které zpřístupní tyto systémy i pro běžné využívání v klasických domácnostech.

Seznam obrázků

Obr. 2-1 Centralizovaný systém	4
Obr. 2-2 Decentralizovaný systém	4
Obr. 2-3 Hybridní systém	5
Obr. 2-4 Lineární struktura	5
Obr. 2-5 Kruhová struktura	5
Obr. 2-6 Hvězdicová struktura	5
Obr. 2-7 Stromová struktura	6
Obr. 3-1 Ovládací LCD panel	15
Obr. 3-2 Ovládání pomocí PC	15
Obr. 4-1 Jihozápadní pohled na dům	16
Obr. 4-2 Jihovýchodní pohled na dům	16
Obr. 6-1 Schéma klasické elektroinstalace	27
Obr. 6-2 Schéma inteligentní elektroinstalace	28
Obr. 6-3 Závislost nákladů na výkonnosti elektroinstalace	30
Obr. 6-4 Spínání žárovky	30

Seznam použité literatury

- [1] PRŮCHA, Jan. *Chytré bydlení, Inteligentní dům*. 2012. Dostupné z: www.insighthome.eu/inHome.html
- [2] VAŇUŠ, Jan. *Řízení provozu budov*. VŠB – TU Ostrava. 2012
- [3] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům*. Brno ERA Group spol. s r.o. 2006
- [4] GARLÍK, Bohumír. *Inteligentní budovy*. BEN – technická literatura. 2012
- [5] MLČÁK, Tomáš. *Systémová technika budov_Způsoby a principy realizace*. VŠB – TU Ostrava 2006
- [6] *Inteligentní budovy*. Učební text VOŠ a SPŠ Kutná Hora
- [7] TECO a.s., *Příručka projektování CFox, RFox*. 2013
- [8] PRAKAB. *Katalog produktů*. 2009
- [9] ABB, *Inteligentní elektroinstalace Ego-n_Návrhový a instalační manuál*. 5. vydání.
- [10] TESAŘ, Luděk. *Návrh ochrany před bleskem pro rodinný dům*. Bakalářská práce Brno. 2012.
- [11] PÁVEK, Jaromír. *Uživatelský manuál v.1.0_Inteligentní elektroinstalace Nikobus*. Ústí nad Orlicí. 2004
- [12] HÁJEK, Jan. ŠALANSKÝ, Dalibor. *První elektronická kníška o ochraně před bleskem*. Amper 2008. Dostupné z: www.kniska.eu
- [13] ELKO EP. *Technický katalog iNELS*. Holešov. 2012. Dostupné z: www.inels.cz
- [14] HAVLE, Otto. Časopis Automa. Článek: *Jak na Modbus*. 02/2009
- [15] Internet: <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>
- [16] Internet: <http://www.nasdum.cz/novy-dum-krok-za-krokem/provozni-naklady-domu>

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Obrázky	4x A4
Příloha č. 2 – Systém Foxtrot	15x A4
Příloha č. 3 – Projekt klasické elektroinstalace - Technická zpráva	14x A4
Výkresová část	17x A4
	10x A3
	6x A1
Přílohy	5x A4
Příloha č. 4 – Projekt inteligentní elektroinstalace - Technická zpráva	19x A4
Výkresová část	20x A4
	9x A3
	10x A1
Přílohy	6x A4